

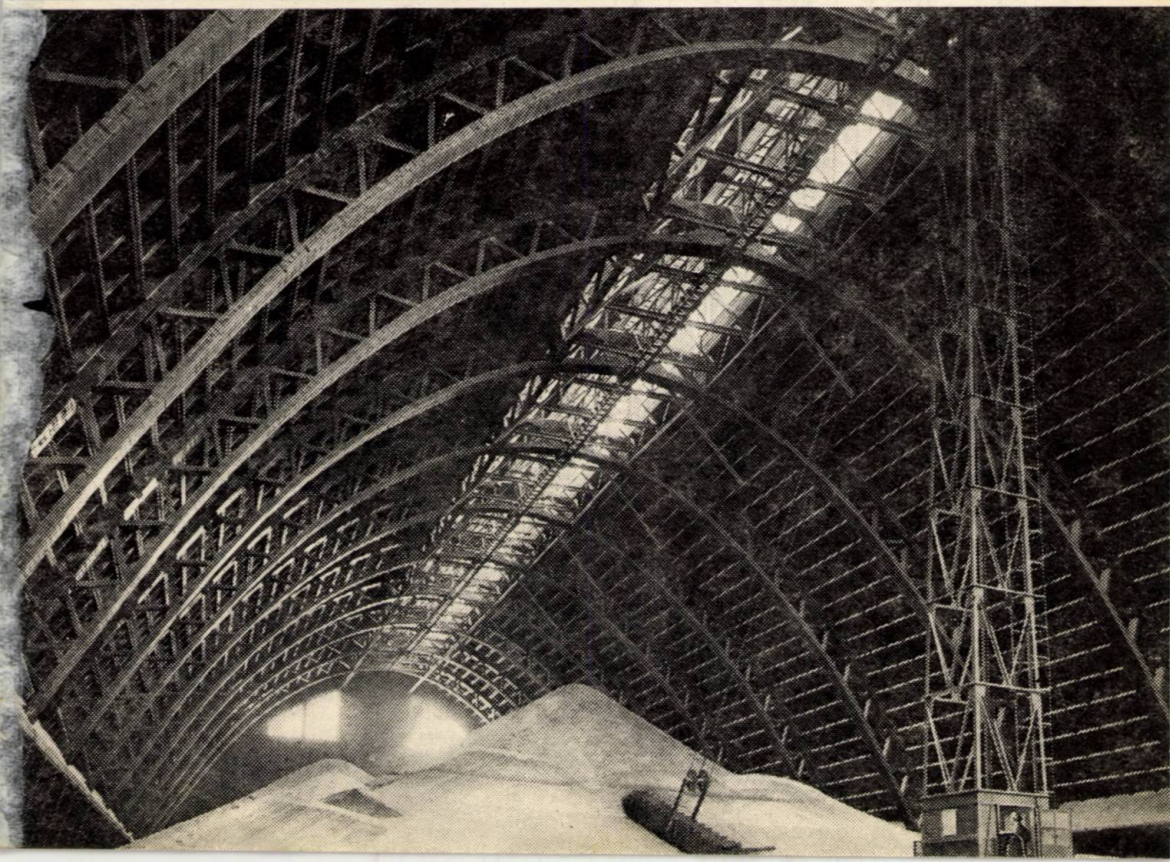
A KÉMIA TANÍTÁSA

1975

1

XIV. ÉVF.

Az Oktatási Minisztérium módszertani folyóirata



A KÉMIA TANÍTÁSA

AZ OKTATÁSI
MINISZTERIUM
MÓDSZERTANI FOLYÓIRATA

SZERKESZTŐ:

DR. BALÁZS LÓRÁNT

Szerkeszti:

A SZERKESZTŐ BIZOTTSÁG

Szerkesztőség:

1406 Budapest VII., Gorkij fasor 17. Országos Pedagógiai Intézet Kémia Tan-
széke. Telefon: 228-238, 228-203, 229-275,
228-609, 228-823. — Kiadja a Tankönyv-
kiadó, 1363 Budapest V., Szalay utca
10-14. — A kiadásért felelős a Tan-
könyvkiadó igazgatója. — Terjeszti a
Magyar Posta. Előfizethető bármely
postahivatalnál, a kézbesítőknél, a
Posta hírlapüzleteiben és a Posta Köz-
ponti Hírlap Irodánál (KHI, Budapest
V., József nádor tér 1., telefon: 180-850,
postacím: 1900 Budapest) közvetlenül
vagy postautalványon, valamint át-
utalással a KHI 215-96 162 pénzforgal-
mi jelzőszámra. Előfizetési díj egy
évre: 14,40 Ft.

75, 3896. - Révai Nyomda, Budapest.
F. v.: Povárny Jenő

Megjelenik évente hatszor

Kérjük a Kartársakat, hogy
közlésre szánt cikkeiket gé-
pelve, két példányban küld-
jék meg a szerkesztőség
fenti címére. — A papír-
lapnak csak egyik oldalára,
kettes sortávolsággal ír-
janak. Egy-egy oldalra 30
sort gépeljenek. A sor hosz-
sza 66 betűhely. A cikkek
terjedelme legfeljebb 4-5
gépellát oldal lehet. A rajzo-
kat, táblázatokat külön la-
pon, megfelelő ábraszöveg-
gel (aláírással) ellátva küld-
jék be.

Szerkesztőség

A SZERKESZTŐ BIZOTTSÁG

Hinora Sándorné, Kovács László, dr. Körner Miklós-
né, Michalovszky Csabáné, dr. Pataki László, dr.
Rácz Fodor Benő, dr. Rozgonyi Jánosné, Sárdi Bé-
láné, dr. Szűcs László

TARTALOM

Dr. Balázs Lóránt: A kémiatanítás korsze- rűsítése; 1. A kémiatanítás és a ter- mészetudományok oktatása	1
Dr. Styaszny Sándor: Az I. osztályos gim- náziumi kémia tanításának komplex átszervezése	4
Molnár Istvánné: Gyakorlati óra a gimná- zium első osztályában	7
Szigel Ferenc: Az ioncsere-folyamatok szemléltetése a középiskolában	9
Dr. Várnai György: Egy „új” indikátor a kémiatanításban	12
Simonkócs Sándorné: Gondolatok az ál- talános iskolában használatos tanári kézikönyvekről	16
Kémiatanárok VI. Országos Konferen- ciája	17
Dr. Szűcs László: Korszerű technológiai szemlélet és szaktudományi alapjai a kémia oktatásában	19
Sárdi Béláné: A kémiai gondolkodás és ki- alakítása az általános iskolában	24
Könyvismertetés	31
Kémiai fejtörő	32



DR. BALÁZS LÓRÁNT
tanszékvezető főiskolai tanár,
kémiai tudományok kandidátusa
OPI Kémiai Tanszék

A kémiatanítás korszerűsítése

1. A kémiatanítás és a természettudományok oktatása

A természettudományos oktatás, ezen belül a kémiatanítás kérdéseivel világszerte széleskörűen foglalkoznak. A tudósok és pedagógusok legszorosabb együttműködésével indított külföldi kísérletek eredményei és problémái ma már felmérhetők, így ezeket a hazai hasonló kísérletek tapasztalataival kiegészítve figyelembe vehetjük a természettudományos oktatás reformjánál. A kémia tanítására nem kis feladat hárul az egységes természettudományos műveltség és szemlélet kialakításában, amelyhez a kémia a maga sajátos oldaláról járul hozzá. Erre utalt az MTA Közoktatási Bizottságának Természettudományi Albizottsága is, amikor megfogalmazta, hogy „... a kémia az egyik legalapvetőbb, a modern élet és termelési gyakorlat számára a legfontosabb tantárgy...” Kémiatanításunkkal szemben a társadalmi elvárások és követelmények kiemelkedően magasak, amit pl. a szocialista országok tantervei és órakeretei egyaránt kifejeznek, de e követelmény közismert kémiatanáraink előtt is.

Az egységes természettudományi oktatás megvalósításánál az egyes tantárgyak saját-struktúrája mellett, figyelembe kell venni a tantárgyak szoros kapcsolatát is. Ennek során szükséges kiemelnünk azokat az általános összefüggéseket is, amelyek szoros egységbe foglalják a természettudományokat, általános érvényességük biztosítja az egységes szemlélet kialakítását. Ezzel összhangban, a kidolgozott új óratervek pl. a gimnáziumban nemcsak az órák számát, hanem a természettudományok tanításának struktúráját is rögzítik, amelytől egyik tantárgy sem függetleníthető. Egyik ilyen problémakört az ún. „anyagszerkezeti” témakör képviseli. Kémiatanáraink számára ez nem új szempont, mert a kémiatanítást bevezetése és tanítása óta ez szerves részét képezte a kémiának, sőt saját struktúrája alapvetően meg is követeli. A kémiatanítás mindig anyagszerkezeti alapon állt, sőt enélkül el sem képzelhető. Vitára okot csak a korszerűsítés szükségessége adott. A kémiatanítást eddig is kifejtője és egyúttal alkalmazója volt az anyagszerkezeti ismereteknek, amit számos általános érvé-

nyű összefüggéssel egészített ki. Érthető tehát az MTA Közoktatási Bizottságának Természettudományi Albizottsága által kifejtett alapelv: „... a természettudományok közül változatlanul a kémia a legalkalmasabb arra, hogy az anyag szerkezetének megismerését és céltudatos megváltoztatását a gimnáziumi tanuló ne csak megértse, hanem azt a tapasztalatból is megismerje, sőt a tanulókísérletben önmaga cselekvőben irányítsa...”

A kémia korszerűsítési munkálatai, a tanítási kísérleteink egyaránt bizonyítják: éppen ezen a téren értük el eredményeinket. A szakközépiskola (közismereti) kémiai tanterve és tankönyve nemcsak felépítésében, hanem az anyagszerkezeti ismeretek korszerűsítésében lépett előre, s 1974 szeptemberétől már eszerint tanítunk. A kiemelt, soron kívüli gimnáziumi (1976-os) tanterv és tankönyv a még általánosabb célkitűzéseket is megvalósítja. A kémia tanítása nemcsak abban az előnyös helyzetben van, hogy a jövő fejlesztésének irányában lépett előre, hanem a legrégebbtől rendelkezik tapasztalatokkal is, az adott életkori sajátóságok ismeretében, amelyet legújabb tanítási kísérleteink mérései hathatósan támasztanak alá, az általános iskolától a gimnáziumig. Kémiaitanításunk tehát felkészült az MSZMP KB 1972. évi oktatási határozatainak megvalósítására, és figyelembe vehette a Magyar Tudományos Akadémia legáltalánosabb irányelveit is.

A gimnáziumi új óraterv egyenes következménye az, hogy az ún. „anyagszerkezeti” ismereteket az általános és szervetlen kémián keresztül lehetséges bemutatni, sőt ez az egyetlen reális útja a végrehajtásnak. Logikailag is ez következik a fentiekből: az anyagszerkezeti ismereteket két teljes éven át csak a kémia hasznosítja közvetlenül. (A biológia csak a harmadik, a fizika pedig csak a negyedik osztályban kerül e témakörrel kapcsolatba.) Minthogy a kémia saját struktúrája is megköveteli az anyagszerkezeti ismereteket, lehetetlen „kiemelni” és külön tárgyalni a legnagyobb zavarok nélkül. Másrészt az óraterv önmagában is determinálja a kémiai ismeretekre való épülését, hiszen sem hely, sem idő nincsen máshol a kémiai alapismeretek tanítására, ami nélkül a természettudományok oktatásának egységes struktúrája sem valósítható meg.

Célszerűnek tűnik tisztázni azt, hogy az anyagszerkezet témaköre nemcsak az atom- és molekulaserkezetet foglalja magában, és nem egyenlő a halmazszerkezet statikus képével sem. A kémiaitanítás központi kérdését a változások, a kémiai folyamatok: a reakciók jelentik, így valamennyi természettudomány közül talán a legszemléletesebben foglalja össze a megmaradás és változás fogalmait. (Mi az ami a folyamatok során állandó marad, s mi az, ami megváltozik?) A reakciók energetikai vonatkozásai a legszorosabb kapcsolatot teremtik a fizikai, a kémiai és a biológiai folyamatok között, ugyanakkor a reakciók lejátszódásának alapvető kérdéseit is tisztázzák. Teljesen általánosan úgy tehetnénk fel a reakciókkal kapcsolatosan a kérdést, hogy *merre (milyen irányban) és meddig* tart az átalakulás, a változás? Ugyanezt másként megfogalmazva: lejátszódhat-e a reakció önként, ha igen, akkor a folyamat végén a kiindulási és végtermékek milyen mennyiségei találhatók meg a reakcióterben (egyensúlyok)? Erre az általános, de elemi kérdésre éppen a reakciók energiaviszonyainak ismeretében adhatunk választ. A témakör a korszerű szemlélet alapja, de következetes alkalmazására mindeddig nem került sor, pedig nem ismeretlen sem a pedagógusok, sem a tanulók előtt. Bizonyos vonatkozásait már eddig is tanítottuk az általános iskolában és középiskolában.

Az energiaviszonyok és az anyagszerkezet ismeretében lehetséges kiemelnünk a folyamatokban az általánosat, a közöset; találhatunk összefüggést a természettudományok között. Általánosan az anyag különböző kölcsönhatásait vizsgáljuk.

A kémia a kb. 10^4 – 10^6 joule·mól⁻¹ energiaváltozással járó folyamatokat tekintí át, amelyeknél az atomok és molekulák közötti kapcsolatok (kötések) felszakadnak, új kötések alakulnak ki. A reakció a kémiai összetétel és a szerkezet megváltozásával jár, amit energiaváltozások kísérnek. Valamennyi folyamatot ebből a szempontból figyelemmel kísérve korszerű szemlélet alakítható ki, ami éppen a kémikus szemével nézve nem jelent újat.

Míg az energiaviszonyok alapján csak a változások lehetőségeire, várható irányára következtethetünk; a kísérleti tények vetik fel: ha ennek ellenére nem következik be a változás, akkor mi ennek az oka? A kinetikai okokat azonban már alaposabb anyagszerkezeti ismeretek szerint tárhatjuk fel. Logikus következménye az atom- és molekulaszervezet tanulmányozása, az, hogy miért szükségesek ezek a tudnivalók? Szemléletet kialakító struktúrájában éppen ezzel tér el a korábbi felépítéstől, amely óhatatlanul a lexikális ismeretek hangsúlyozására vezetett. A gyakorlati tapasztalatok oldaláról jut el ahhoz a követelményhez, hogy a tagadhatatlanul absztrakciót igénylő atom- és molekulaszervezeti kérdéseket tisztázzuk, majd ezeket az ismereteket alkalmazzuk.

A kémia saját struktúrája így önként is a természettudományok legszorosabb kapcsolatát biztosítja, nincsen olyan fejezete, amely ne igényelné az említett ismereteket. Természetesen a tárgyalás szintjét ugyanakkor az életkori sajátságok szabják meg, mikor és milyen mélységig tanítsunk egy-egy fogalmat, mely összefüggések azok, amelyeket kvalitatíven, melyek, amelyeket már kvantitatíven adhatunk? A mértéktartás mellett azonban kétségkívül szakítani szükséges azzal a megrögzött nézetrel, miszerint a kémiában a kvantitatívságot csak a „sztöchiometriai számítások” jelentik. Aligha tartható fenn az a vélemény, hogy a tanulók csak a matematikában vagy fizikában képesek összefüggések alapján számolni, vagy hazánkban kisebb a tanuló képessége, mint más országokban.

A természettudományok alapvető sajátossága az, hogy kérdéseit a természetnek teszi fel, mégha a kísérletre a laboratóriumban kerül is sor. A kémia ebből a szempontból is eleget tesz a követelményeknek, de kísérletek nélkül nem is tanítható. Vitathatatlan az, hogy a kísérletezés időt igényel, de erről lemondani annyit jelentene, hogy lemondunk a természettudományok, a természet megismerésének alapvető módszereiről is. A tanulók aktív ismeretszerzése a tantárgypedagógia egyik korszerű módszere is, amely a kémiában a gyakorlati kísérletezéshez szorosan kapcsolódik. A felvázolt struktúra éppen ezt engedi érvényesülni: lehetővé teszi a kísérleti munka mielőbbi megindítását, majd folytatását az absztrakt fogalmakban bővelkedő tananyagnál is.

Az atomok, ionok és molekulák kölcsönhatásának újabb oldalát világítják meg az oldatok. Az oldás folyamatát korántsem lehet egyértelműen a „fizikai folyamatok” közé sorolni! Hogy mennyire nem, azt a korszerű sav–bázis elméletek fejtik ki. Az iskolai gyakorlatban az oldatokban végzett kísérletezés elterjedt, így jelentősége kiemelkedő. Az energiaviszonyok tisztázása nélkül még az oldatokról is csak lexikális közlésre kerülhet sor, s az ok-okozati összefüggéseknek még a látszatát is nehéz fenntartani. Még inkább igaz ez a sav–bázis, a redoxi és a komplex reakcióknál: miért következik be a változás? A „bűvös” kémiai affinitás helyett egzakt fogalmat kell adnunk vagy legalább módszert, amely szerint eldönthető: lejátszódhat-e a folyamat?

Szemléleti kérdést vet fel a szervetlen és a szerves vegyületek eddigi tárgyalásmódja is. Korrekcióra van szükség pl. az elemek részletes ismertetésénél is. Mindhárom terület mindeddig figyelmen kívül hagyta azt, hogy korántsem egyforma ezeken belül egy-egy témakör jelentősége. A periódusos rendszer nem cél, hanem eszköz a kémikus kezében. Számos ilyen kérdést kell a jövőben

tisztázni, mert bármelyik öncélú hangsúlyozása jelentősen eltorzíthatja a szemléletet, elvonhatja a figyelmet átfogó célkitűzéseinkről. A természettudományoknál ismételten fel kell tenni az alapvető kérdést: miért történik valami? Elsősorban a formális feleletől kell tartózkodnunk, mert ez rejti magába a legtöbb veszélyt (pl. az oxidációs szám változása még nem indoka-oka a reakciónak).

A kémiának a természettudományokon belüli különleges helyét és szerepét tovább növeli az, hogy közvetlen kapcsolatban áll a gyakorlati élettel, a termeléssel is. Ez a kapcsolat nem áttételes, hanem az ismeretek közvetlen alkalmazását teszik lehetővé. Nem arról van szó, hogy a korábban vitatott leíró jellegű technológiákra kell visszatérni, hanem a korszerű szemlélet a gyakorlati eljárások elvi alapjainak tisztázására is nagyobb lehetőségeket biztosít. Ahogy nem fordulhatunk el a természettudományok tanításában magától a természettől, ugyanúgy nem hagyhatjuk figyelmen kívül az ember természetátalakító és társadalmi tevékenységét sem.

DR. STYASZNY SÁNDOR
tanár, Encs

Az I. osztályos gimnáziumi kémia tanításának komplex átszervezése

Egyre nyilvánvalóbbá válik, hogy az oktatásnak az évszázadokkal ezelőtt kialakult módszerei és évtizedekkel ezelőtt kialakult tananyaga nem alkalmas a tudományos-technikai forradalom korában a nagy tömegek színvonalas oktatására. A kémiai ismeretek iránt egyre fokozódó társadalmi igények, illetve a kémia tanításának nehézségei arra szorítanak bennünket, hogy az eddigi koncepciókat teljesen átértékeljük.

Az elmúlt évtizedek során kialakultak bizonyos normák, amelyek többsége idejét múlta, babona. A kémiában ilyen: a tankönyv teljes és részletes legyen, azzal a hátsó gondolattal, hogy a tanár nem biztosan tudja a tananyagot. Elég-séges az első osztályokban a tanári bemutató kísérlet. Elég-séges a kémiai számítás begyakorlására egy-két típuspélda kidolgozása. Feltételezhető, hogy a tanulók mindegyike egyforma ütemben képes a tananyag elsajátítására. (A tananyag leadva, a következő órán jöhet a feleltetés!) Tudás = következő órai felelet. A tanulók megszerzett „jegyei” átlagolhatók. A tanulónak mindig tudni kell, hogy „hányasra” állanak. A felsoroltak külön, egymástól függetlenül banalitásnak hatnak, így együtt azonban eléggé sarkkövei a tanári gyakorlatnak. Azt a célt tűztem ki magam elé, hogy ezeknek a mellőzésével, antitézisével kell megszervezni egy első osztályban a kémia tanítását. Az ez évi munkát nem nevezném kísérletnek, mert annak kritériumait nem meríti ki. Bár manapság szívesen hivatkoznak a kísérletre, kimutatható, hogy a pedagógiai kísérlet kritériumait a legtöbb ilyen munka nem elégíti ki. A kísérletek szervezői túlságosan érdekeltek az eredményben (az objektivitás hiánya). A reprodukálhatóság is problémás (kis számú eset, a szórási törvények nem tisztáztak). *E vizsgálat célja:* Előtanulmány, amely egy elkövetkező kísérlet alapja.

A tananyag felépítése:

I. A kémiai anyag; keverék, a kristály, az oldatok, a szilárd halmazok, az oldatok töménysége, a gázok reakciói, sztöchiometria.

II. Az atom, az elemek rendszere, a kémiai kötés.

III. Az elemek és a vegyületeik.

A tanulás eszközei:

Tanulói jegyzetfüzet — a megtanulandó és mindig szükséges anyagot tintával írták, a gyakorlást ceruzával. A tintával írt anyag összesen 400 sor (!), amiben a szükséges kémiai egyenletek is benne vannak.

A gimnáziumi tankönyv mint segédkönyv szerepelt.

A tanulók lehetőleg minden fontos megfigyelést *saját kísérletük alapján* végeztek egyenként vagy párosával dolgozva. A programot rendszerint *írásvetítővel* vetítve ki, a leírás szerint végezték el a megfigyelést. A tanulók, lényegében a tanórán több, mint 80 kémiai számítási feladatot oldottak meg úgy, hogy a feladatot írásvetítő vetítette ki, a tanulók önállóan dolgoztak, majd munkájuk eredményét a kivetített végeredménnyel, illetve a kidolgozott megoldással összehasonlították. A tanulók egymást nem másolták, mert osztályozás nem volt a tanórákon.

A *tanév végi értékelés* alapja három részjegy volt. E jegyekért a tanulók ismételten dolgozatot írhattak, illetve szóban felelhettek. Az egyes anyagrészek elsajátításáról *folyamatosan tájékoztattak* a tanulók a tanórai feladatok megoldása során *tesztekkel*. A lemaradt tanulók számára (alkalmanként 4—8 fő) 11 óra *korrepetálás* volt. A kémia szakkör tagja volt 6 tanuló.

Tapasztalatok

A tanulók megfigyelő, kísérletező készségének fejlődése

A fokozatosan bonyolultabbá váló feladatokat a részletes tanári utasítás és a munkafogások bemutatása után a tanulók végrehajtották. Az alapméréseket begyakorolták. A gázok víz alatti felfogása már nehezebb feladatnak bizonyult, csak többszöri ismétlésre sikerült jól a többségnek. Komplex feladatok önálló megvalósítása (pl.: Cl^- , Br^- , I^- megkülönböztetése ismeretlen oldatból) már csak a legjobbaknak ment.

Követelmény: Nyolc kijelölt feladat közül egyet sikeresen végre kellett hajtani. E feladatok: Hidrogén gáz fejlesztése és felfogása víz alatt; Klór gáz fejlesztése; KI-ból I_2 kiszorítása és kimutatása; Cl^- és I^- megkülönböztetése ezüst-nitrát reagenssel; kovásvav előállítása; ammónia előállítása és felfogása, ammóniás szökőkút bemutatása; aktív szén szeszes víztisztítás.

Az első felméréskor megfelelt 9 tanuló. A második alkalommal már mindegyik tanuló megfelelt. Az évi munkát és a jegyzőkönyvekben rögzített megfigyelések pontosságát figyelembe véve a gyakorlatra 2 jeles, 6 jó, 9 közepes és 9 elégséges jegy lett.

A leíró anyag ismerete, a kémiai egyenletek használata

A leíró anyag rész a kémia lényeges része, de szerintem *nincsen olyan szerepe*, mint azt a tanári gyakorlat és a tankönyv terjedelme szerint a tanulók értékelik. A részletek el is vesznek a múltó évek során. Csak egy-két, világnézetileg is fontos ismeretre van maradandóan szükség.

Fő szerepe az, hogy módot nyújt a tulajdonságok kísérleti vizsgálatára, s így e tevékenység során kialakul az a szemlélet, hogy az anyagi világ ismereteink birtokában megismerhető és átalakítható.

Az ismeretek szintjét részint feleletválogatós tesztlappal, részint kiegészítő tesztekkel ellenőriztem. A maximum 33 pont volt. 29—33 pont között írt 1 ta-

nuló, 23—28 pont között 3 tanuló, 18—22 pont között 3 és 12—17 ponttal 8 tanuló. 10 tanuló elégtelen dolgozatot írt. A második próbálkozás során az előzővel azonos értékű feladatot kaptak, 3 tanuló tudott 11 pont fölött teljesíteni. A másik három tanuló számára a közel 4 hét pótidő egyetlen pont javítást sem eredményezett. A harmadik próbálkozás során már csak a 10 legfontosabb reakció egyenlete volt a követelmény, ezen 3 tanuló szerepelt sikeresen. Így három tanuló nem tudott megbirkózni ezzel a követelményszinttel.

A kémiai számítások

Úgy tűnik, hogy ezen a téren vannak a legnagyobb nehézségek és hiányosságok. Az elégséges szinthez a tanult kémiai alaptörvények mindegyikét ismerni kellett az alkalmazás fokán. Ezek: Avogadro törvénye, súlyarány, sztöchiometrikus számítások, százalékos oldatok. Amennyiben a négy területet reprezentáló négy kérdés egyike sem volt jó, a válasz elégtelen lett. Az első értékelés 7 elégtelent adott, ezek közül csak 1 tanuló tudott a továbbiakban javítani. Az elégségest írók közül egy tanuló 12 nap múlva javításra jelentkezett és négyesre javított. Az eredmények kommentálásába nem kívánok részletesen belemérülni. A gimnázium körzete eléggé elmaradt a kultúrában és az általános iskolai oktatás színvonalában. Minden gimnáziumba jelentkező felvételt nyert, tehát szelekció nem volt. Ez a számunkra azért érdekes, mert szembeállítás nyert egyrészt a korszerű oktatási elvek sora, másrészt az a törekvés, hogy minden olyan tanuló szerezzze meg a középiskolai bizonyítványt, aki ezt akarja.

Úgy tűnik, hogy a kémiai számítás a sarokköve az egész követelményrendszernek. A tanulók öröklött és az általános iskolában szerzett problémamegoldó képessége az esetek egy részében olyan alacsony szintű lehet, ami a középfokú képzésüket meggátolhatja. Például: B. E. tanuló tanulmányi eredménye az általános iskolában magyarból, matematikából és kémiából (7—8. osztályban) 3,4 volt (hármás és négyes jegyek átlagaként). Ebben az osztályban 6 tárgyból elégtelen, többek között kémiából is. A kérdése volt: 20 g sóból és 200 g vízből hány százalékos oldat készíthető? A válasza: 200 g 24 liter, 20 g x liter,

$$x = \frac{20}{200} \cdot 24 \text{ l.}$$
 Ez a munka pszichológiai elemzésre méltó, s nagyon tanulságos lenne a pedagógia számára, sajnos erre nincsen mód e cikkben.

Végül néhány következtetés:

1. A tanulók szellemi és felkészültségi szintje bizonyos mértékig határt szab elképzeléseinknek. Ha az iskoláztatást ki akarjuk terjeszteni, olyan populációkkal kell a tananyag taníthatóságát és a követelmény szintjét kikísérletezni, amelyben benne van az iskolázandó népesség alsó szintcsoportja is.

2. Egy gyenge tanulócsoportban is megvalósítható a kémia tanításának olyan szervezése, amelyben a sorozatos kudarc nem okoz traumát, s az utolsó napig megvan a tanuló esélye arra, hogy elsajátítsa az egész tananyagot.

3. Sikerült elérni, hogy a követelményszint emelése mellett a kémia megszűnt kivételesen nehéz tárgy lenni. (Bár 5 elégtelen lett kémiából, ezek közül 3 tanuló 5 tárgyból, 1 tanuló 4 tárgyból elégtelen s csak egy tanuló elégtelen csupán kémiából.)

4. A jegyekért folyó ideges küzdelmet fel kell váltani a felettetés kiiktatásával egyenletes tanulásra. A tanulóknak azonban nem szabad kitűzni a számonkérés időpontját. Így elkerülhető, hogy hajrá munkával csak egy tárgyból készüljenek. Természetesen ez csak akkor helyes módszer, ha a tanuló lényegében óráról órára tájékozott a saját tudásszintjéről.

Gyakorlati óra a gimnázium első osztályában

Az óra anyaga: Oldatok készítése — oldatok reakciói

Eszközök: csoportonként: 2 db mérőhenger, 3 db főzőpohár, kémcső, mérlegek.

Anyagok: tömény kb. 36⁰/₀-os HCl-oldat, AgNO₃-oldat, szilárd NaOH, fenoltalein, fém Mg

A gyakorlat részletes tematikáját feladatlap tartalmazza.

A gyakorlat részletes programja: (Feladatlap)

- I. Sósavas üvegben 36 vegyes százalékos sósavoldat van. Vigyázz, óvatosan dolgozz vele!

Válaszolj a következő kérdésekre!

Mit jelent ez a töménység?

1. Ha az oldat 75 ml térfogatú, hány g anyagot tartalmaz? (Számítsd ki, a megfelelő eredményt karikázd be, hogy jól dolgoztál-e a feladatlap végén levő megoldólap adatai alapján tudod eldönteni!) B) 100 g, D) 27 g, P) 10 g, T) más.
2. A kiszámított (HCl-nek) anyagnak hány liter a térfogata, 20 °C-on és 1 atm nyomáson? B) 180 l, D) 15 l, P) 32 l, T) más.

- II. Készíts ebből a tömény oldatból 30 ml 18⁰/₀-os HCl-oldatot!

Hogyan készíted el?

Segíthet a következő menet:

Kiszámítod, hogy a 30 ml 18⁰/₀-os HCl-oldat hány g HCl-t tartalmaz: g. Mivel neked ezt a sósavmennyiséget töményebb — azaz 36⁰/₀-os — sósavból kell megoldanod, kiszámítod, hogy az előzőben nyert HCl-mennyiség (5,4 g) hány ml 36⁰/₀-os sósavban található, ezt a savmennyiséget kell vízzel felhígítanod.

Más megoldás: a 36⁰/₀-os oldatból fele töménységű (18⁰/₀) oldatot 1 rész sav 1 rész víz keverésével nyerhetünk.

Összegezve: 30 ml 18⁰/₀-os HCl-oldathoz

3. B) 15 ml 36⁰/₀-os HCl,
D) 20 ml 36⁰/₀-os HCl,
P) 10 ml 36⁰/₀-os HCl,
T) más.

(Ha nem érted, bármelyik kérdésben kérd tanárod segítségét!)

- III. Önts ki a hígított HCl-oldatból főzőpohárba 10 ml-t, ezt fogod Mg-mal reagáltatni!

Hány g magnéziumot kell lemérned?

Így gondolkodj:

4. 10 ml 18⁰/₀-os HCl-oldat g HCl-t tartalmaz: B) 2 g, D) 1,8 g, P) 3,6 g, T) más.
5. Hány g Mg-mal reagál ez a HCl-mennyiség?

Írd fel az egyenletet! A második jelentés alapján számítsd ki! A kapott eredményt hasonlítsd össze: B) 1,2 g, D) 0,6 g, P) 6 g, T) más.

Mérd le a Mg-ot. A mérést végezd szabályosan és pontosan!

Rakd a lemért fémét a kiöntött sósavoldatba! Óvatosan! Figyeld meg a változást!

Értelmezd: a reakciósebesség, a változás iránya, atomszerkezeti alapon!

6. A reakció során hány liter 20°C , 1 atm nyomású H_2 gáz szabadul fel?

B) 3 l, D) 1,2 l, P) 2 l, T) más.

7. Ez a H_2 mennyiség hány db H_2 molekulát tartalmaz?

B) $0,15 \cdot 10^{23}$ db,

D) $1,2 \cdot 10^{23}$ db,

P) $1,5 \cdot 10^{22}$ db,

T) más.

IV. A mérőhengerben még van 20 ml 18%-os HCl-oldat. Ebből 10 ml-t önts ki főzőpohárba! Ezt fogod 10%-os NaOH-oldattal közömbösíteni! Hány ml-t kell készítenek a NaOH-oldatból?

A probléma nem könnyű, ezért figyelmesen gondold végig a közölt menetet!

Kiöntöttél 10 ml 18%-os HCl-oldatot. Hány g HCl-t tartalmaz? g.

8. A kémiai egyenlet alapján számítsd ki, hogy ez a HCl (1,8 g)-mennyiség, hány g NaOH-val reagál?

B) 2 g, D) 1 g, P) 5 g, T) más.

9. Ebből a NaOH-mennyiségből kell 10%-os oldatot készítened:

100 ml 10%-os oldat g-ot,

X ml 10%-os oldat 2 g-ot.

B) 20 ml, D) 10 ml, P) 5 ml, T) más.

A feladat ezek után: leméred a 2 g NaOH-t, feloldod kevés vízben, kiegészítet a kívánt (20 ml) térfogatra.

Figyeld meg: mi történik a NaOH-oldódásánál, honnan a hőfejlődés?

Végezd el a közömbösítést! A 20 ml NaOH-oldatot öntsd főzőpohárba, add hozzá lassan a HCl-oldatot!

	B	D	P	T
1.		X		
2.		X		
3.	X			
4.		X		
5.		X		
6.				X
7.	X		X	
8.	X			
9.	X			
10.			X	

Ellenőrző táblázat

Ha pontosan dolgoztál, a két oldat maradék nélkül vegyül. Figyeld meg a folyamatot reakciósebesség, a változás iránya szerint, és értelmezd atomszerkezeti alapon!

V. A megmaradt 10 MCl-oldatot milyen vegyülettel kellene reagáltatnod, hogy csapadék keletkezzen?

Oldékonysági táblát tanulmányozva válaszolj!

Adj a HCl-oldathoz AgNO_3 -oldatot! Értelmezd a folyamatot ionosan, irány szerint!

Számítsd ki, hány g AgCl keletkezett a folyamatban?

10. B) 10 g, D) 5 g, P) 7,1 g, T) más.

Megjegyzés: A feladatlap mellékleteként egy táblázatot kapnak a tanulók (melléklet), amely az önellenőrzést segíti. A 10 db számozott feladat helyes megoldása ezen van megjelölve.

A gyakorlat közben a tanulók számításokat végeznek, ha ez az eredmény megegyezik a közölt eredménnyel, akkor továbbhaladhatnak. A csoporttagok, 2–3 fő együtt dolgoznak, megbeszélhetik a problémát, a gyakorlat aktív munkát igényel, melyhez a tanár, ha a tanuló megakad, segítséget ad. A cél a tényleges gyakorláson van. A tanulók a tankönyvekben is utánanézhetnek a dolgoknak.

A gyakorlat végén a feladatlapokat a szaktanár átnézi, a tényleges hibák kijavítása, illetőleg a gondos munka elismerése után a tanulók tulajdonába kerül a feladatlap, a gyakorlat anyagát ezek után tőlük számonkérjük.

SZIGEL FERENC

műhelyfőnök, Irinyi János ipari szakközépiskola, Budapest

Az ioncsere-folyamatok szemléltetése a középiskolában

Az ioncsere alkalmazásának nagy jelentőségére mutat az ioncserélőkkel kapcsolatban megjelenő közlemények nagy száma, mely az utóbbi években szinte exponenciálisan növekszik.

Eleinte az ioncserélőket főként csak vízlágyításra használták, ma azonban számos egyéb területre is kiterjed alkalmazásuk. Nemcsak az alkalmazási területek bővülnek, de az újabb ioncserélő készítmények új lehetőséget is nyújtanak a vegyészek és nem utolsósorban az analitikusok számára.

A hazai kutatás sikerei eredményeképpen hazánkban a *Nitrokémiai Ipartelepeken* (Fűzfőgyártelep) realizálódott a vegyipari gyártás. Az itt előállított VARION termékek teljesítőképessége egyenértékű a világpiacon beszerezhető hasonló készítményekkel, sőt egyes paraméterek tekintetében felül is múlják azokat (pl. ioncsere sebesség, mechanikai szilárdság, porozitás stb.).

A termelt VARION összmenyiségnek valamivel több, mint 90%-a az erőművi és az ipari vízelőkészítésben kerül felhasználásra (víz lágyítása, részleges sótalanítás, teljes sótalanítás, szerves szennyezések eltávolítása, oxigéneltávolí-

tás) és csupán a megmaradó rész jut az egyéb területekre (cukorlevek hamutartalmának csökkentése, sugárzó anyagok nyerése, dúsítása, mosodák, textilkikészítés, mezőgazdaság, vegyipar).

Az alábbiakban az ioncsere iskolai alkalmazásáról és egy analitikai kísérletről számolok be az ioncsere köréből.

Analitikai vizsgálatokhoz (de az autók akkumulátoraihoz is) nélkülözhetetlen a desztillált víz, azaz ma már inkább az ionmentes víz. A legáltalánosabb eljárás szerint ezt a természetes vizek felfűtésével, elpárologtatásával, majd a gőzök kondenzáltatásával nyerjük. Ez a művelet rendkívül energiaigényes, a berendezés drága, speciális felügyeletet és karbantartást igényel, ezért ma már gazdaságtalannak tekinthető.

Némely analitikai reakció meg különösen igényes a desztillált víz minőségére és csak üvegzugszűkítőben készített desztillált vizet használhat fel, ekkor a készülék törekenysége is hátrány (komplexometriás titrálások).

A fent leírtak következtében korszerű vegyipari laboratórium el sem képzelhető ioncsereelő berendezés vagy berendezések nélkül. A szükségleteknek megfelelően különböző megoldások ajánlhatók. Tagozatos gimnáziumok, vegyipari szakközépiskolák igényeit az OMKER által forgalmazott berendezések (SIMAX) tökéletesen kielégítik. A készülék adszorpciót végző kavics-ágyból (a lebegő szennyezések eltávolítására), kationcsereelő és anioncsereelő oszlopból áll, két tartály szolgál a regeneráló oldatok tárolására és adagolására. A készülék fémállványra szerelve kerül szállításra. Helyigénye: $0,5 \text{ m}^2$ ($1 \cdot 0,5 \text{ m}^2$). Közvetlenül csatlakoztatható a hálózathoz, bár célszerűbb a hálózati nyomásingadozásokat puffertartály közbeiktatásával kiküszöbölni. A berendezés a városi vízből egy-egy ciklusban 600–900 liter ioncsereelésére alkalmas, majd regenerálni kell.

A töltet anyaga: VARION KS, illetve VARION AD; az előbbi regenerálása fellazítás után 10%-os sósavoldattal, az utóbbié 4%-os nátrium-hidroxid oldattal végezhető. A gyantát kb. $10\text{--}15 \text{ m}^3$ víz átbocsátása után cserélni kell. A gyanta az említett vállalatnál szerezhető be. Működése, kezelése egyszerű. Nem igényel állandó felügyeletet, a regenerálást kellő figyelemmel bárki elvégezheti. Energiaigénye nincs, a vezetéken uralkodó nyomás hajtja át a vizet a berendezésen. Karbantartást jóformán nem igényel. A vízminőség ellenőrzése: a lecsepegtető vizet 0,1n AgNO_3 -tal rázzuk össze, látható zavarodás esetén regenerálni kell.

Jól működő szakkörökkel rendelkező iskolák számára, valamint tartalékként, praktikus megoldásként kínálkozik a Nagykanizsai Finommechanikai Vállalat által forgalmazott kevertágyas ioncsereelő berendezés (a töltet anyaga: VARION MX-1). E berendezésben a H^+ -forma kation és a OH^- -forma anioncsereelő gyantát alaposan elkeverték és egyetlen oszlopba töltötték. A kevert ágyban ún. irreverzibilis ioncsere játszódik le. A cseréből felszabaduló H^+ , illetve OH^- ionok azonnal reagálnak, ilyen módon az ioncsere reakcióban keletkező ionok koncentrációja olyan kismértékűvé válik, hogy az ioncsere-egyensúly teljesen egy irányba tolódik el.

A „patronhoz” vezetőképesség-jelző (telepes) csatlakozik, amely pontos felvilágosítással szolgál a cserélt víz minőségéről. Kb. 150–200 liter víz ioncsereelésére alkalmas. A regenerálást a fent nevezett vállalat végzi 17 Ft/patron értékben.

Előnye: kis helyen elfér, nem igényel semmiféle ellenőrzést, a falikút felett vagy mellett, ahhoz gumicsővel csatlakoztatva kényelmes ionmentes víz nyelési lehetőséget biztosít.

Pirit kéntartalmának meghatározása ioncserélő gyanta segítségével

A pörkölt kén mennyiségét többféleképpen határozhatjuk meg: A piritet oxidáló savkeverékben feloldjuk, a keletkezett oldatból eltávolítjuk lecsapással a vas(III)-ionokat, majd a szűrletből a szulfát leválasztható és súly szerint mérhető. Ez az eljárás igen időigényes, a csapadékleválasztás minősége nagymértékben befolyásolja a mérés pontosságát.

Az iparban jelenleg a következő eljárást alkalmazzák: a piritet laboratóriumi pörkölt kemencében pörkölik, majd a keletkezett kén-dioxidot elnyelve titrimetriásan mérik.

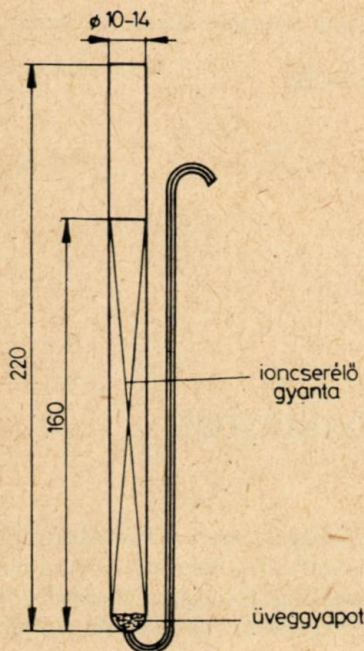
Gyors meghatározási lehetőség, ha a minta ferri-ion tartalmát erősen savas kationcserélő gyantán megkötjük és a lecsepegő oldatban a szulfátionokat leválasztva súly szerint mérjük.

Az eljárás előadási kísérletként is (megfelelő előkészítés után) hasznosítható, hiszen a felöntendő oldat a ferri-ionok halványsárga színe következtében színes, míg a lecsepegő oldat színtelen.

A laboratóriumi ioncserélő oszlop egyszerű üvegtechnikai munkával elkészíthető (1. ábra). A kapilláris cső csatlakoztatása megoldható gumidugó segítségével is, de közvetlen, az ábra szerinti csatlakoztatás is lehetséges.

Ioncserélő oszlop készítése

12 gramm VARION KS ioncserélő gyantát 250 ml-es Erlenmeyer lombikban desztillált vízzel leöntve 1 napig állni hagyjuk. Ezután 4n sósavat öntünk rá és újabb 1 napig állni hagyjuk. Ezután a gyantát bő vízzel többször dekantálva mossuk, majd 100 ml 1n nátrium-hidroxidot öntünk rá és 2 órát állni hagyjuk. A lúgoldat leöntése után ismét bő vízzel dekantálva mossuk, majd 100 ml n sósavval öntjük le. Ezt a keveréket egy szélesnyakú tölcser segítségével előre elkészített — alul üveggyapattal bíró — vízzel töltött üvegcsőbe töltjük úgy, hogy a gyantaszemcsék a folyadékban ülepedjenek. Az üvegcsövet úgy töltjük meg, hogy a gyantaoszlop a túlfolyócsővel szintet tartó folyadékoszlop alatt maradjon kb. 5—10 mm-rel. A csőben levő gyantaoszlopot mindig víznek vagy oldatnak kell fednie, a csőbe nem kerülhet légbuborék, különben nem köt jól a gyanta. Ezután a széles nyakú tölcserért kicseréljük a csappal zárható adagoló tölcserre. A tölcseren keresztül 100 ml 30—40 °C-os 1n sósavat öntünk a gyantaoszlopra, majd befejezésül addig mossuk a gyantát desztillált vízzel, míg a lecsepegő oldat már nem színezi a metilnarancs indikátort vörösré. Ezzel az oszlop készen áll a munkára.



Meghatározás:

Kb. 0,5 gramm körüli mintát 20 ml 3 : 1 cc. salétromsav és cc. sósav elegyében feloldjuk, majd szárazra pároljuk. Ezután 5 ml cc. sósavval a szárazra páro-

lást megismételjük. A száraz maradékot 1 ml cc. sósavval megnedvesítjük és kb. 60 ml forró vízzel oldódásig melegítjük. Az oldatot kis átmérőjű szűrőpapíron megsűrjük, a papírt kevés forró vízzel kimossuk. A szűrletet felöntjük az előkészített ioncserélő oszlopra. Az oldat átfolyási sebességét úgy szabályozzuk, hogy 3—5 ml/perc legyen. Ha már az egész oldatot az oszlopra öntöttük, a poharat többször kiöblítjük 20—20 ml desztillált vízzel. Ezt az öblítő folyadékot is felöntjük az oszlopra a szulfát-ionok áthajtása céljából. A mosást addig folytatjuk, míg a lecseppenő oldat metilnarancsra már nem mutat savas kémhatást. Az ioncserélő oldat alatt összegyűjtött oldatban meghatározhatjuk a szulfationokat.

Kimerült gyantaoszlop regenerálása:

Az oszlopon 300 ml 4n sósavat engedünk át, majd desztillált vízzel mossuk savmentesre.

Összefoglalás

A cikk a hazai ioncserélő gyanták felhasználását ismerteti, különös tekintettel azok iskolai vonatkozására. Leírja egy demonstrációs kísérletként is hasznosítható analitikai elemzés menetét, megismertet laboratóriumi célokra jól használható ioncserélő oszlop készítésével.

Irodalom

Dr. Szalay Imre 1972. Az ioncserélő eljárás tanítása a középiskolában, A Kémia tanítása 5. 150—154.

Incédy János 1962. Ioncserélők analitikai alkalmazása, Bp.

DR. VÁRNAI GYÖRGY
szakfelügyelő, Győr

Egy „új” indikátor a kémiatanításban

Amit egy demonstrációs indikátortól várunk

A vizes oldatok sav—bázis indikálásánál megszoktuk már a klasszikus festékek használatát. A régi vegytanórák jellegzetes anyaga a lakmusz volt, amely bizonytalan színátcsapása ellenére még mai is megtalálható egyes bemutató kísérleteknél. A fenolftalein és a metilnarancs elfogadható, de csupán a szélső kémhatások szemléltetésére.

A mai kémiatanár nem elégedhet meg azzal, hogy a tanulók elhiszik a lakmusz színének megváltozását, ugyanakkor nem látják meggyőző mértékben. A fenolftalein és a metilnarancs két-két színe pedig nem alkalmas a finomabb átmenetek érzékelésére.

Problémát jelent az indikátor megválasztása akkor is, ha a pH 7-nél kell egyértelműen láthatóvá tenni a hidrogénion-koncentráció megváltozását. Ehhez járul még az intenzív szín igénye, ha az írásvetítőt is használni akarjuk a kísérlet kivetítéséhez.

Az igényesebb tanári munka elvárja az indikátortól, hogy

- több színátcsapása legyen,
- pH 7-nél megkülönböztethető színe legyen,
- a semleges ponttól távolodva, mindkét irányban, határozott színváltozások kísérjék a kémiai jelenséget,
- kivetítésre is alkalmas, intenzív színek jelenjenek meg.

A megtalált „új” indikátor

A fentiekben felsorolt igények kielégítését az univerzális indikátorok körében véltem megtalálni. Az ismert receptek azonban olyan keverék-indikátorokat tartalmaztak, amelyek sok színárnyalaton keresztül jutottak el egy-egy határozott színhez. Szemünk tökéletlen összehasonlító-képessége miatt nem éreztem megoldottnak a feladatot.

A régebbi irodalom (1) tanulmányozása során jutottam el a japán Yamada által összeállított recepthoz, amely eredeti összetételében kipróbálva már jelezte, hogy szinte ideális indikátorral van dolgunk. A 40 évvel ezelőtt készült indikátoron csupán koncentráció változtatásokat kellett eszközölnöm, hogy vetítőkészülékeink (dia, írásvetítő) segítségével is gyönyörködni lehessen a színek játékában (1. táblázat).

1. táblázat

pH 1-nél	piros
pH 5-nél	narancssárga
pH 6-nál	sárga
pH 7-nél	zöld
pH 8-nál	kék
pH 10-nél	ibolya

Az indikátor elkészítése

100 ml etanolban oldjunk fel

25 mg timolkéket,

62,5 mg metilvöröst,

300 mg brómtimolkéket,

500 mg fenolftaleint.

Feloldódás után hígítsuk fel desztillált vízzel a keverékoldatot 200 ml-re.

Az indikátor pH-ját 7-re kell beállítani úgy, hogy 0,05 n nátrium-hidroxidot csepegtetünk hozzá mindaddig, amíg az oldat intenzív zöld színű nem lesz.

Néhány kísérlet indikátorunkkal

1. Sók hidrolízise

Öntsünk desztillált vizet hat darab kristályosító tálkába, és az általunk készített indikátorral színezzük meg. A desztillált víznek zöld színben kell megtartani az indikátort. Helyezzük a tálkákat az írásvetítő tárgyasztalára. Vetítés közben szórjuk az alábbi anyagokat sorba, az indikátoros vízbe: alumínium-klorid, ammónium-klorid, nátrium-klorid, nátrium-hidrogén-karbonát, nátrium-karbonát.

A hidrolízis megtörténtét a zöld színtől való eltérés, a viszonylagos mértékét pedig a különböző színek megjelenése teszi érzékelhetővé vizuálisan (2. táblázat).

2. táblázat

desztillált víz	zöld	
AlCl_3	piros	pH 1
NH_4Cl	narancs	pH 5
ZnSO_4	sárga	pH 6
NaCl	zöld	pH 7
NaHCO_3	kék	pH 8
Na_2CO_3	ibolya	pH 10

Ha ezt a kísérletsorozatot a tanulók is elvégezhetik, nagy élményt jelent a hatféle só — hatféle szín összehatása. A hidrolízis és a disszociáció fokának összefüggése egy önállóan elvégzett, sikeres kísérletezésből meggyőzően és marandóan rögzíthető a színskála segítségével.

Tanulókísérletek céljára jól bevált eszköz a kemény, átlátszó PVC-ből, vákuumformázással előállított hatrészes óraüvegtálca. Fehér szűrőpapír-alátéttel a színek kialakulása szemet gyönyörködtető látvány.

2. Erős bázis titrálása erős savval

0,1 n nátrium-hidroxidot titráltunk 0,1 n sósavval az ismertetett indikátor mellett. A semlegesítési folyamat finomabb vizsgálata valósult meg. A lúgos-ságtól ibolya színű oldat kék színre változott a semlegesítést megelőző állapotban. Ekkor 1—2 csepp mérőoldat hatására élesen csapott át a zöld színbe. Újabb 1—2 csepp következtében sárga, majd narancssárga szín volt látható. További néhány csepp véglegesen beállította a savasság piros színét. A semlegesítéssel járó zöld szín megjelenését szinte előjelezte a kék szín. A túltitrálás mértékét további három, jól megkülönböztethető színnel ellenőrizhetjük.

Ez a bemutatás még jobban követhető folyamattá válik, ha az oldatok töménységét 0,05 n-ra csökkentjük.

3. Megfordítható kémiai reakció bemutatása szénsavval

Tankönyvünkben szerepel a megfordítható folyamatok tárgyalásánál a szénsav képződése és bomlása. Bemutatására a szódásüveg-kísérletet szoktuk alkalmazni. Indikátorunk azonban új lehetőséget biztosít a szemléltetéshez azzal, hogy a pH 7 értéknél más a színe, mint a pH 6-nál.

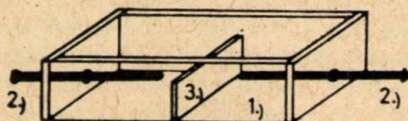
Írásvetítőre helyezett kristályosító tálkába öntsünk desztillált vizet, és adjunk hozzá annyi indikátort, hogy intenzív zöld legyen. Vetítés közben üvegcsövön fújjunk szén-dioxidot a vízbe. Jól látható a sárga szín megjelenése, ami a savas kémhatású oldat képződését bizonyítja. Hagyjuk a tálkát a bekapcsolt írásvetítőn és írjuk fel a táblára az egyesülés folyamatát. Egy-két perc alatt, amíg a savas oldat kialakulását tárgyaljuk, visszazöldül oldatunk. A készülék melegétől ugyanis csökken a víz szén-dioxid tartalma, és bomlás következtében a pH 7-re alakul. Ezután már folytathatjuk a reakció értelmezését a bomlás felírásával, megfordíthatóságának megállapításával.

4. Nátrium-szulfát elektrolízise írásvetítőn horizontális küvettában

Az elektrolízis folyamatának tárgyalása során eljutunk a nátrium-szulfát vizsgálatához is, amelynél az elektrod folyamatoknál kialakuló savas és lúgos kémhatásokat kell indikálnunk jól látható módon.

A bevezetőben ismertetett indikátor zöld színű a semleges nátrium-szulfát-oldatban. Elektrolízise közben másodpercek alatt kialakul az ibolyaszínű katódtér és a pirosszínű anódtér. Élesen elválasztható színek láthatók az elektrolizáló cellában.

Az írásvetítőre helyezhető fekvő elektrolizáló kád 5 mm-es plexiből készült (1. ábra), amelynek 35×50 mm belső alapterülete és 30 mm magassága van (1). A rövidebbik oldallapokon 8 mm-es átmérőjű lyukak találhatók az elektrodok elhelyezésére. Ebből a célból gumigyűrűvel tömített szénrudakat használunk (2). A kádba elhelyeztünk egy plexiből készült válaszfalat, amelynek magassága 16 mm (3). Ennek a válaszfalnak az a rendeltetése, hogy a kialakult színyanyagok keveredését gátolja. A sikeres kísérlet céljából az elektrolitot 1–2 mm-rel magasabbra kell tölteni, mint a válaszfal felső pereme, hogy ezáltal zárt legyen az áramkör.



1. ábra

A plexiből készült küvetáknak régi problémája a karcolódás. Különösen akkor okoz ez gondot, ha kivetítéshez használjuk az edényt. Ennek kiküszöbölésére készítettük horizontális küvetánkat üvegezhető, cserélhető fenékkal. Elhasználódás, homályosodás esetén felújítható a kád vetítőfelülete, az alja.

Az elektrokémiai kísérletek áramforrásként egy vasútmodell-traszformátort használtunk. Kedvező mérete és súlya mellett kényelmesen biztosítható a legkedvezőbb egyenfeszültség. Szabályozni lehet 0–12 V-ig a feszültséget. Átkötés nélkül megváltoztatható az áram iránya. Zárlat esetén automatikus kioldást végez piros jelzőlámpa kigyulladásával.

A bevezetőben ismertetett új indikátor szerepe nem záródott le ezekkel a kísérletekkel. Kutatásaink tovább folynak mind a receptek, mind a segédessz-közök kidolgozásában.

Irodalom

1. Foster, L. S.—Gruntfest, I. J.: Demonstration experiments using universal indicators (Journal of Chemical Education, 1938, 274).

Felhívjuk Olvasóink szíves figyelmét arra, hogy a MAGYAR KÉMIKUSOK LAPJÁ-ban az 1975. évi 3. számtól kezdődően *oktatási kérdésekkel* foglalkozó állandó új rovat indul.

A folyóirat előfizethető bármely postahivatalnál, a kézbesítőknél, a Posta hírlapüzleteiben és a Posta Központi Hírlap Irodánál közvetlenül vagy postautalványon, valamint átutalással a KHI 215—96 162 pénzforgalmi jelzőszámra. Az előfizetés ára egy évre 120,— Ft.

Gondolatok az általános iskolában használatos tanári kézikönyvekről

Az 1962. évi *Tanterv és Utasítás* jelentős változást hozott az általános iskola kémia tanításában. A tervszerűbb és eredményesebb oktató-nevelő munka érdekében korszerűbb módszerek alkalmazása vált szükségessé. Ehhez kívánt segítséget nyújtani a 7. és 8. osztályos tanári kézikönyv.

A szerzők bevezetőjükben hangsúlyozták, hogy a kézikönyv útmutatása nem kötelező érvényű. Minden nevelő azt valósítja meg belőle, amit elképzelése, szaktudása, rátermettsége és a helyi adottságok lehetővé tesznek. A tanári kézikönyv a tankönyv módszeres feldolgozásával ad útmutatást.

Az időközben eltelt évek tartalmi és módszertani szempontból sok változást hoztak a kémia oktatásában. A korszerű kémiai szemlélet megalapozását csak az elkövetkező években érvénybe lépő oktatási reform fogja — reméljük kielégítően — megoldani. Addig is, míg az általános iskolában a korszerű szemléletű kémia tanítása realizálódni fog, a meglevő tantervi anyagot kell közelítenünk az elkövetkező évek reformja során beinduló kémiaoktatás felé.

A tananyagcsökkentés elsőrendű feladata a tanulók túlterhelésének csökkentése volt. Elavult, mai ismereteinkkel már össze nem egyeztethető kémiai kísérleteket, gyártástechnológiai fogalmakat elhagytunk, nem terheljük felesleges lexikális adatokkal a tanulókat. Ezeknek az anyagrészeknek az elhagyásával a megmaradó fogalmak más megvilágításba kerülnek. Így a lehetőség határain belül közelítünk a korszerűbb szemléletű kémia felé. Az újszerűen értelmezett anyagrészek módszeres feldolgozás szempontjából is igénylik az újat. A tanulók személyisége, képességei, készségei csak aktivitásuk, tevékenységük útján alakulnak ki. Nincsenek a kartársak híján az ötleteknek, a pedagógiailag újszerű órávezetésnek, amivel a tanulókat aktivizálják, fokozott gondolkodásra serkentik. De úgy gondolom, nem ilyen egyszerű a helyzet azoknál a kollégáknál, akik a pálya kezdetén állnak vagy képesítés nélkül birkóznak a tantárgy adta nehézségekkel. A szakfelügyelők beszámolnak arról, hogy a nemszakos tanárok mennyire sző szerint veszik a tanári kézikönyv adta szakmai és módszertani útmutatásokat. Ebben az esetben a tanári kézikönyvnek a tanítás módszerére adott javaslatai zavaróak. Szakfelügyelő kartársak tanácsaikkal nem juthatnak el minden iskolába. Ezért szükséges, hogy a módszertani problémákkal küzdő kartársak megfelelő segítséget kapjanak. Gondolok itt a szakmai tanácskozássokra, a továbbképzési kabinetek nyújtotta segítségre. Tűzzék napirendre a tanárok a kézikönyvnek a megváltozott körülményekhez való igazítását. Megyei és városi módszertani kabinetek adhatják a legnagyobb segítséget a tanfolyamok szervezésén túlmenően az egyénileg tanulók, tanfolyamokon helyhiány miatt vagy más okok miatt továbbképzésben nem részesülő kartársak számára, a szükséges módszertani és szakmai tanácsokkal, szakkönyvek, irodalmi tájékoztatók adásával egyaránt. Mi úgy kívánunk segíteni, hogy a következő számokban módszertani ajánlásokat közlünk, hogy ki-ki válassza ki egyéniségének, rátermettségének, a helyi viszonyoknak megfelelően a legmegfelelőbb módszereket. Ehhez kívánunk az elkövetkező időkben jó munkát a kartársaknak, és szívesen fogadjuk a tanári kézikönyvek módszertani feldolgozásainak kiigazítására szánt cikkeiket is.

Kémiaatanárok VI. országos konferenciája

A Magyar Kémikusok Egyesülete az Oktatási Minisztériummal és az Országos Pedagógiai Intézettel; a Ho Si Minh Tanárképző Főiskola közreműködésével 1974. június 23—26. között Egerben megrendezte a hagyományos tanácskozást. A rendezvényen 450 kémiaatanár, köztük számos külföldi vendég vett részt.

A rendezvény elsőként valósította meg azt, hogy valamennyi iskolatípusban oktató pedagógusok közösen beszéljék meg a kémia tanítás problémáit, a korszerűsítés kérdéseit. A plenáris előadásokon kívül így sor került szakközépiskolai, gimnáziumi és általános iskolai szekcióelőadásokra is, ahol az iskola-típus speciális kérdéseit vitatták meg.

A plenáris előadások elsősorban a korszerű szemlélet fejlesztését segítették elő; a szakközépiskolai szekció programja főként az 1974 szeptemberében életbe lépő új közismereti kémia tanterv és -tankönyv témaköreivel foglalkozott; a gimnáziumi szekcióban a legfontosabb célkitűzés az 1976-ban bevezetésre kerülő új tanterv és tankönyv koncepciójának közelebbi megismerése volt; az általános iskolai szekció a tartalmi és tantárgypedagógiai korszerűsítés előkészítésére helyezett súlyt.

Néhány, a konferencián elhangzott előadás rövid kivonatát jelen számunkban közöljük. További számainkban az előadások közlését folytatjuk.

PROGRAM

1. Plenáris előadások

Marx György akadémikus, tanszékvezető egyetemi tanár:

„Mit tudunk az atomokról és mit tanítsunk?”

Erdey-Grúz Tibor akadémikus, egyetemi tanár:

„Mit tudunk a kémiai szerkezetről, és mit tanítsunk?”

Kőrös Endre, a kémiai tudományok doktora, egyetemi tanár:

„Fémionok redoxi reakciói kémiai és biológiai rendszerekben”

Balázs Lóránt, a kémiai tudományok kandidátusa, tanszékvezető főiskolai tanár:

„Kémia tanításunk időszzerű kérdései és perspektívái”

Márta Ferenc akadémikus, egyetemi tanár:

„A kémiai kinetika fejlődésének néhány fontosabb vonása”

Pais István, a kémiai tudományok kandidátusa, tanszékvezető egyetemi tanár:

„Nemzetközi törekvések a kémiaoktatás fejlesztésére”

Halasi Rózsa egyetemi docens (Jugoszlávia):

„Új kémiaoktatási programok a Vajdaságban”

2. Általános iskolai szekció

Szűcs László, a kémiai tudományok kandidátusa, tanszékvezető főiskolai tanár:

„Korszerű technológiai szemlélet és szaktudományi alapjai a kémia oktatásában”

Sárik Tibor főiskolai docens:

„Óratípusok és óramodellek az általános iskolai kémiaoktatásban”

Korcsmáros Iván tanszékvezető főiskolai tanár:

„Szemlélet és korszerűség az általános iskolai kémiaoktatásban”

Sárdi Béláné tanszékvezető főiskolai docens:

„A kémiai gondolkodás és kialakítása az általános iskolában”

Varga Lajos, a pedagógiai tudományok kandidátusa, tanszékvezető főiskolai docens:

„A fizika és a kémia koordinálásának néhány kérdése”

Victor András főiskolai adjunktus:

„A linearitásról”

Balázs Lóránt, a kémiai tudományok kandidátusa, tanszékvezető főiskolai tanár:

„A kémiai folyamatok értelmezése”

3. Gimnáziumi szekció

Török Ferenc, a kémiai tudományok doktora, egyetemi tanár:

„Anyagszerkezeti modellek a korszerű kémiaoktatásban”

Kőrös Endre, a kémiai tudományok doktora, egyetemi tanár:

„A kémiai átalakulások”

Kajtár Márton, a kémiai tudományok kandidátusa, egyetemi docens:

„Az aromás vegyületek reakciókészsége”

4. Szakközépiskolai szekció

Boksay Zoltán, a kémiai tudományok doktora, egyetemi tanár:

„Variációk a kémia alapjainak tanítására”

Tóth Géza ny. főiskolai docens:

„A szakközépiskola új kémiatanterve”

Orbán Erzsébet főiskolai adjunktus:

„A szakközépiskolai kémiatanterv bevezetéséről”

Nyilasi János, a kémiai tudományok doktora, egyetemi tanár:

„Az anyagszerkezet és a reakciókészség”

Szereday Éva szakfelügyelő:

„A szakközépiskolai új tankönyv szerves kémiai alapjai”

5. Kémiatanítási kísérletek

Hazánkban számos helyen folyik tanítási kísérlet. Ezek eredményeiről, problémáiról mindeddig csak viszonylag szűk körben számoltak be. Célszerűnek látszott, hogy pedagógusaink munkájáról a kémiatanáraink szélesebb rétege szerezhessen tudomást, ennek érdekében az országos konferencia fórumot biztosított mind az előadások, mind pedig hozzászólások, rövid felszólalások számára. E témakörben most a tanítási kísérletek ismertetését emeltük ki.

Zilay Ferencné tanár (Lékai János Hajózási Szakközépiskola):

„Tapasztalatok az új szakközépiskolai kémia ismeretanyag tanításáról”

Pintér Imréné igazgatóhelyettes (Szinyei Merse Pál Gyakorlóiskola) és

Szerényi Gábor tanár (Vörösmarty Gimnázium, Erd):

„Beszámoló a gimnáziumi kémiatanítás korszerűsítésére irányuló kísérletről”

Körner Miklósné vezető tanár (ELTE Ságvári Endre Gyakorlóiskola):

„A kémiatanítás problémái a fakultatív oktatási rendszerben”

Fürst Istvánné igazgatóhelyettes (Budai Nagy Antal Gimnázium):

„Beszámoló a Budai Nagy Antal Gimnáziumban folytatott tanítási kísérletekről”

Kárpáti László szakfelügyelő (Bethlen Gábor Gimnázium, Hódmezővásárhely):

„Beszámoló a Bethlen Gábor Gimnáziumban folytatott tanítási kísérletekről”

Wolf Györgyné tanár (Szerb Antal Gimnázium):

„A kémia és a fizika tantárgyak közötti koncentráció lehetőségeiről”

Balázs Lórántné vezető tanár (ELTE Radnóti Miklós Gyakorlóiskola):

„Beszámoló a Radnóti Miklós gimnáziumban folytatott tanítási kísérletről”.

Az előadások után került sor a kémiatanárok fórumának felszólalásaira.

Korszerű technológiai szemlélet és szaktudományi alapjai a kémia oktatásában*

1. Bevezetés

A technológia és technológiai jellegű vonatkozások, alapok tanítása, annak módszere, szemlélete és mennyisége az utóbbi évtizedekben oktatási berkekben sok és néha egész szenvedélyes vitákra adott alkalmat. E vitasorozathoz szeretnék a rendelkezésemre álló időben néhány szerény gondolatot fűzni.

Mindnyájan jól tudjuk, hogy a termelés kémiai vonatkozásainak tanítása régi követelmény az iskolák tanterveiben. Anélkül, hogy történelmi tényekkel és felsorolásokkal untatnám kedves hallgatóimat, szeretném megemlíteni, hogy ez az igény nem több mint 200 éve fogalmazódott meg először. S amíg száz évvel ezelőtt megelégedtek az egyes anyagok felhasználási területeinek egyszerű bemutatásával, a jelen század elejétől a legfontosabb anyagok gyártásával — legalább utalásszerűen — minden tanterv és tankönyv már foglalkozott.

Igaz, hogy még 30–40 évvel ezelőtt *technológiai oktatásunk* igen *szegényes* volt. A gyártási eljárások vázlatos megjegyzésekből álltak. Lassanként azonban a kémiai eljárások lényegét kiemelő, rövid *összefoglalásokká* alakultak.

A gyártási folyamat legfontosabb és jellegzetes berendezéseit rendszerint nem tárgyalták, azok egyes esetekben még a tankönyvek ábráin sem szerepeltek. A bennük folyó műveletekről legfeljebb említés történt. Ilyenféle „gyártási technológiával” még a felszabadulást követő első tantervi reform idején is (1950) találkozunk.

Ettől az időponttól kezdve azonban a Szovjetunióban már nagy erővel jelentkező *politechnikai nevelés* hatásaként nálunk is előtérbe került ez a probléma. Ennek egyik megoldási útja akkor a gyártástechnológiák részletes ismertetése volt. A politechnikai képzés igényének ez az első hulláma — jól tudjuk — *sok túlzást* is hozott magával. A kémiai technológiai témák vonatkozásában ez elsősorban a gyártási berendezések igen részletező leírásában és a gyártási műveletek aprólékos ismertetésében jelentkezett (kb. 1953-tól).

Az egyre sűrűbb és frissebb adatokat szolgáltatató dokumentációk tanulmányozása lassanként ezen a téren is meghozta a nézetek lassú letisztulását. Ennek legfontosabb következményeként a technológiai témák középpontjába az eddigi részletező leírások helyett a termelést átfogó, a termelési folyamatok fejlődési tendenciáit általában megszabó *általános alapelvek* kerültek.

A technológiai oktatás helyes útkeresésének gyakori „kanyargásai” és „vadhajtásai” még a felsőoktatásban is erősen éreztették hatásukat.

A mindnyájunk által ismert Korach Mór akadémikus, a magyar kémiai technológiai iskola egyik megteremtője és fejlesztője így ír erről:

„Furcsa a kép sok helyen a technológiai oktatásban is. A diákságnak egy, a kellemetlen valóságtól dezinficiált, csillogó üvegberendezésekben lejátszódó, tetszetősen egyszerű képletekkel ábrázolható művelettant és technológiát mutatnak be, s ezt a kétdimenzióssá laposított, kozmetikált képet viszik aztán vegyészmérnökeink magukkal a lüktető, problematikus, háromdimenziós va-

* Elhangzott a Kémia tanárok VI. Országos Konferenciáján. (Eger, 1974. június 23–26.)

lóságba. Csoda-e, hogy attól az így elkényeztetett kezdők gyakran visszahőkölnek, s éveig tart, amíg beleélik magukat?”

Ma már senki nem vitatkozik azon, hogy a kémiai technológia alapjainak szerepelnie kell-e az oktatási anyagban. Ez régen lezárt téma. Az oktatás szakemberei számára szinte minden szinten — általános iskolától az egyetemig — ez a kérdés elsősorban azért jelent problémát, mert a kémiai technológia tudománnyá szerveződése most van folyamatban, és jelenleg is tart. Ennek keretében legfontosabb a tárgy sajátos törvényszerűségeinek, fejlődési irányainak, kutatási módszereinek megtalálása, illetve kialakítása. Ezek ismeretében kerül előtérbe az a pedagógiai kérdés: *e tudományág anyagából mennyit és hogyan tanítsunk?*

Ennek eldöntéséhez vagy lassú kimunkálásához elengedhetetlenül ismerni kell minden kémiával foglalkozó kollégának magát a *kémiai technológiát* mint tudományágat, kapcsolatát az elméleti szaktudománnyal és metodikai beépíthetőségét az egyes iskolatípusok oktatandó anyagába.

2. A kémiai technológia mint tudomány

A *kémiai technológia* anyaga ma már eléggé határozottan körülírt területet jelent, és nem azonos a „kémiával”. Tágabb értelemben a kémiai technológia a „műszaki kémiát” jelenti. Ha e tárgy tudományos alapjait és helyzetét egy kicsit is vizsgálni kívánjuk, akkor tudnunk kell, hogy a kémia és a kémiai technológia között *alapvető különbségek* vannak.

Csupán tanulságként szeretnék e különbségekre utalni, amelyek a következők:

a) Először is, amíg a kémia egyszerű törvényszerűségekkal kifejezhető folyamatokkal foglalkozik, addig a kémiai technológiát ezektől a „tisztá határesetektől” távol álló *bonyolultság jellemzi*. Ez a bonyolultság nagyjában két alapvető tényezőre vezethető vissza. Egyrészt a gyártási eljárásoknál a kiindulási anyag rendszerint sok komponensből áll, melyek részben az anyag szükséges összetevői, részben pedig szennyeződés alakjában találhatók abban. Ennek következtében ezek olyan több komponensű anyagnak (rendszernek) tekinthetők, melyek határozott fizikai-kémiai jellemzése a szaktudomány mai állása mellett nehezen adható meg.

Engedjék meg, hogy ennek bizonyítására egy egyszerű szakmai példát említsek:

A *fizikai kémiából — mint a kémiai technológia első számú szaktudományi alapjából — tudjuk*, hogy a heterogén rendszerek fázisdiagramjai eléggé ismertek „*kétkomponensű*” rendszereknél, kevésbé jól *háromkomponensűek* esetében, s a *négyskomponensű* rendszereknél már csak alig egyenéhány részletet ismerünk, azt is csak bizonyos mértékig. Mármost a kémiai technológiában gyakoriak a tíz-tizenöt komponensű, sőt még ennél is bonyolultabb rendszerek, melyekből csak fokozatos szétválasztás, dúsítás, raffinálás útján tudunk egyre egyszerűbb rendszereket kiszűrni.

Ezekre a bonyolult kiindulási rendszerekre tehát a *GIBBS-féle fázisszabály* nem alkalmazható. Ezért más, empirikus, tapasztalati összefüggések segítségével kell megoldani a technológiai kezelések problémáját. Még a leegyszerűsített, viszonylag tiszta technológiai rendszereknél is, mint pl. a *porcelánmasszáknál*, legalább öt-hat komponensünk van (K_2O , Na_2O , CaO , MgO , Al_2O_3 , SiO_2), s így azok fizikai-kémiai viselkedésének pontos kiszámítása pl. fázisdiagramok alapján nem valósítható meg. A kísérletezésre, a „próbálga-

tásra” vagyunk utalva, s ezt kell tudományosan, módszeresen, mégpedig a technológia módszertani törvényeinek megfelelően keresztülvinni.

Mivel az elvi tudományok metodikája, amely általában 2–3 paraméterrel dolgozik, itt nem vezet célra, ezért a kémiai technológia területén még ma is *rendkívül nagy szerepe és jelentősége van az empirikus kísérletezésnek*. Az elméleti szaktudomány módszeres eljárásai itt komoly útbaigazítást adhatnak, de a végső szót a gyakorlat bonyolult valósága mondja ki.

- b) A második alapvető különbség a kémia és a technológia között a folyamatokra ható *normatív tényezők* eltéréseiben keresendő. Míg a kémiai folyamatokra a természettörvények az alapvető és döntő tényezők, addig a technológiai folyamatokat legalább olyan mértékben a *társadalmi fejlődés* törvényei is determinálják.
- c) A harmadik alapvető különbség a kémiai és technológiai folyamatok között azok *szervezésének és kivitelezésének jellegében van*. Amíg a kémiai kísérlet általában egyszerűbb technikai feladat, addig a technológiai folyamat kivitelezése bonyolult technikai megoldásokat igénylő munka, amelynek határozott társadalmi (munkamegosztási) vonatkozásai és egyéni (munkaegészségügyi, nevelési, oktatási) problémái is vannak.

A különbségek tisztázása után csupán még annyit, hogy a kémiai technológiát *nem lehet egyszerűen az elméleti szaktudomány, a kémia „alkalmazásának” tekinteni*. Ugyanis már évezredek előtt felismertek bizonyos jelenségeket, amilyen pl. a *vas* keletkezése egyes ércek izzó szénnel való hőkezelése által, az *üveg* képződése hamuzsír, mészke és kvarchomok összeolvasztása útján, az *agyag* megszilárdulása égetéskor stb. Ezek az első mélyebben, a tudomány mai értelmében még meg nem magyarázott *empirikus törvényszerűségek* voltak, mégis a kémia első megállapításai, ezek képezték az ókori, empirikus színvonalú, még meg nem nevezett technológiai tudomány alapját.

A kémiai technológiát tehát már csak azért sem mondhatjuk egyszerűen „a kémia alkalmazásának”, mert a kémia mint elméleti szaktudomány csupán mintegy kétszáz éve létezik. Ezért jogosabban lehetne tehát azt mondani, hogy a kémia „alkalmazta” az ókori technikát, mint fordítva.

3. A kémiai technológia tanítása, elsősorban az általános iskolában

Megpróbáltam a kartársak előtt a technológiáról mint tudományról és szaktudományi vonatkozásairól egy vázlatos képet rajzolni. Előadásom következő részében arról szeretnék beszélni, ami számunkra fontosabb, vagyis hogy hogyan alakult a kémián belül a technológiai kérdések *tanítása, s hogy állunk ezzel jelenleg*. Természetesen egyéni véleményt szeretnék elmondani, ami nem biztos, hogy mindenben egyetértésre talál.

Véleményem szerint *hazai kémiaoktatásunk* az ötvenes évek végétől kezdődően egyre jobb irányba fejlődően a kémiai technológia szemlélet helyes útját választotta. Az egyes gyártási eljárások tárgyalásában a berendezések részletező leírása, a folyamatok leíró jellegű aprólékos ismertetése eltűnt. Az egyes gyártástechnológiák a termelés általános *alapelveinek* bemutatására szolgáló keretet adják. Ebben a gyártási eljárás alapjául vett kémiai változás menetében tekintjük át a technológiai műveletsort és az ezek megvalósítására szerkesztett berendezéseket és eszközöket. Az egész eljárás ismeretében azonban a termelés azon általános alapelveit keressük, amelyek kémiai, fizikai törvényszerűségekben, ezek termelési szempontú alkalmazásában (a tulajdonképpeni technológiában) és a társadalom fejlődését irányító törvényszerűségekben gyökereztek.

Az általánosan képző iskoláink kémiaoktatását a *termelési irányultság* kell hogy jellemezze. Ez azt jelenti, hogy a tanterv azokat az általános (fizikai-kémiai) kémiai ismereteket és azokat az anyagokat hangsúlyozza, amelyek a termelés szempontjából jelentősek.

Ez az álláspont jelentős ellenállásba ütközött korábban, és egyes helyeken ellenzést is kiváltott. A tanterven alapuló tankönyvek azonban megmutatták, hogy az ellentétes feltételezésekkel szemben ez az elgondolás az ismeretanyagot nem torzította el, mert a gyakorlat szempontjából fontos ismeretek a kémia szempontjából is a leglényegesebbek. Elrendezésüket, egymásra építésüket a szaktárgy (illetve tudomány) logikája határozza meg, tehát a tudományosság igényét sem éri károsodás.

Az *általános iskolákban* a termelés általános alapelveinek tanítása szempontjából viszont sajátos helyzet alakult ki. Mivel itt a tanulók általános kémiai ismerete szűk körű, a legfontosabb technológiai elvek leíró, globális bemutatása kerülhet csak előtérbe. Így szerepelnek itt a legáltalánosabb normák, a termelékenység és önköltség mint az anyag-, idő-, energiatakarékosság eredménye stb.

Az e gondolatok szellemében készült 1962-es tanterv nagyon helyesen a következőket mondta ki:

„... tanítani kell a népgazdaság szempontjából jelentős néhány anyag vázlatos gyártástechnológiai eljárását, a termelés legáltalánosabb alapelveire történő utalással a korszerű alpműveltséghez tartozó kémiai ismeretek kialakítása érdekében.”

Így került sor a 7. és 8. osztályokban egy sor megfelelő szintű gyártástechnológia igényes bevezetésére, az oxigén előállításától kezdve, a tüzeléstani ismereteken keresztül, az alumíniumgyártásig bezárólag.

Az 1973-as *tantervi utasítás* közismerten változatlanul hagyta a kémiatanítás feladatait, sőt nagyon helyesen kiemeli a technológia fontosságát, amikor ki mondja, hogy:

„... a gyakorlati élet és a politechnikai nevelés igényének kielégítése szempontjából: a műszaki kultúra kémiai alapismeretének megtanításával, a felesleges lexikális adatok elhagyásával kívánjuk emelni a kémiatanítás hatékonyságát.”

Ennek ellenére mégis úgy érzem, hogy sok fontos technológiai ismeret tanítását ez az utalás elhagyásra ítélte, legfeljebb az olvasmány szintjére csúsztatta, esetleg filmvetítést írt elő. Engedtessek meg, hogy ezt néhány példával illusztráljam:

Elképzelhető, és talán nem is helytelen, hogy az Építőanyagok című témakör olvasmányként szerepeljen az oktatási anyagban, de pl. a Legfontosabb ipari fűtőgázok esetében a magyarázatot, a szemléltetést elkerülhetetlen. Hasonló példákent mondhatnám a *Kontakt kénsavgyártás* elhagyásának kérdését is, ahol többek között az az indoklás szerepel, hogy ennek tárgyalása az ipari eljárást túlzottan leegyszerűsíti.

Nem akarnék mindenáron vitatkozni, de úgy érzem, hogy az ipari eljárások bizonyos fokú leegyszerűsítése az általános iskolában éppen hogy jó és célszerű, mert a gyártási alapelveket kell megérteni, a részletkérdések elhagyásával. Ezek ugyanis állandóan változnak, s tanításaik olyan formában, ahogy az ipari szabadalmak előírják, nem is lehetséges, és nem is szükséges.

A *fémkohászat* területéről még egy példát. A 8. osztályban a vas- és acélgyártás oktatási keretei jók, különösen azért, mert jól segítik a kohászat lényegének mélyítését és ez itt elsőrangú feladat. Viszont a *timföldgyártás* ké-

miáját a tanulók nem értik, nem érthetik meg (hidrolízis), ezért szerencsés lenne, bemutató kísérlet nélkül és sokkal vázlatosabban tárgyalni.

Több kolléga véleményét is figyelembe véve feltétlenül szükség volna arra is, hogy az egyéb fémek jellemzőit, gyártási alapelveit esetleg ötvözeit nagy vonalakban legalább egy órában tárgyalhatnánk az általános iskola kémia-óráin.

S ahogy nehéz egyetérteni a technológiai részek „*olvasmányként*” való kezelésével, épp úgy nehéz vagy nem lehet igent mondani az *öncélú filmvetítések* bemutatására sem. A gyártási folyamatokat bemutató oktatófilm jó, ügyes és használható dolog. Mint oktatáskiegészítő, kitűnő lehet. De magyarázat nélkül egyszerűen „bedobni”, ezzel az oktatást, tanítást helyettesíteni nem szerencsés.

S ha már ennyire belecúsztam az általános iskolai kémiaoktatás technológiai részének boncolgatásába, hadd említsem meg az elmélet és gyakorlat nagy összekötőjét, az *üzemlátoogatást* is.

Gyakorló pedagógusaink jól tudják, hogy egy-egy ilyen tanulmányi kirándulásnak az elmélet és gyakorlat egységén kívül egészen a pályaválasztásig mennyi sok haszna és jó konzekvenciája van. De ez csak úgy ér valamit, ha kitűnően szervezett, ha a vezetést megfelelő szakemberek végzik, esetleg előtte filmet mutatnak be a tanulóknak, és még sorolhatnék sok kedvező feltételt. Egy biztos: az üzemlátoogatás már általános iskolai szinten is *elkerülhetetlen* komponense a jó kémiaoktatásnak.

Mindent egybevetve az általános iskola természetesen *nem taníthat kémiai technológiát*. Még középiskolai fokon sem képzelhető el a műszaki megoldások részletes tárgyalása. Már csak azért sem, mert a vegyiparban a készülékek általában *gyorsabban pusztulnak*, mint másutt. Ismeretes pl., hogy az üvegolvasztó kemencéket milyen sűrűn kell átépíteni, vagy hogy az acélolvasztó berendezések bélése részt vesz a reakcióban, és gyorsan pusztul, átépítéskor legtöbbször más tűzfejek vagy egyéb berendezések kerülnek beépítésre. Itt a készülék egy része szinte „fogyóeszköz”.

Nyilvánvaló, hogy a gyorsan elavuló technológiai eljárások részletes tanítása csupán a lexikális ismereteket növeli. Erre nincs szükség, ez ellen küzdenünk kell minden oktatási szinten.

Még a *gyakorlati élettél* való kapcsolatot sem korlátozhatjuk csupán a gyártási eljárások tanítására. A kémiai gondolkodásmód kialakítását ilyen jellegű leírások tényleg nem segítik elő. De valószínűleg az is igaz, hogy pusztán általános vagy fizikai-kémiai összefüggéseket, matematikai formulákat sem oktathatunk technológia gyanánt, függetlenül a gyártási eljárásoktól. Ha ezt tenénk, elfelejtenénk, hogy a technológia mint tudomány „nagykorúvá” vált, és minden szinten megköveteli az összefüggő szemléletet.

Ez az összefüggő szemlélet meg kell hogy mutakozzék az általános és középiskola egymásra épülésében is. Az *általános iskola* — mint korábban említettem — csak a legfontosabb technológiai elvek leíró, globális bemutatására szorítkozhat. De az itt tanító tanárnak gondolnia kell arra, hogy a *középiskolában* a termelés általános elvei közül már a *reakció időbeli lefolyását és teljességét* biztosító kémiai vonatkozások állnak előtérben. A technológiai alapelvek ezekhez csatlakozva az általános iskolai tárgyaláshoz képest lényegesen behatóbban és részletezőbben kerülnek elő.

Ezen a fokon pl. az ellenáram, körfolyamat, a folytonos munkamenet előnyeinek magyarázata is szóba kerülhet, és a gépesítés, automatizálás előnyös hatásai is megemlíthetők. Természetesen mindezek az ismeretek elsősorban a megfelelő technológiák ismertetésének *menetében* szerepelnek, és csak a ta-

nulmányok befejező fokán szakadnak el a konkrét gyártásismeretektől, és szerepelnek önálló témakörként.

Tehát mindent egybevéve, az elmondottak alapján szeretném megjegyezni, hogy a *technológiai alapok* tanítása az általános iskolában továbbra is meg kell hogy kapja az őt megillető helyet az új tantervi koncepcióban is.

Természetesen e technológiai vonatkozásokat *olyan szinten kell* az új koncepcióban tárgyalni:

- a) amilyen az *általános iskolának* mint iskolatípusnak megfelel,
- b) amit a nem részletező, és nem lexikális, hanem a *modern technológiai szemlélet* módszerként valójában előír,
- c) és amilyen szintet a tanulók elméleti tudása ennek tárgyalásához biztosít.

SÁRDI BÉLÁNÉ

tanszékvezető főiskolai docens, Nyíregyháza

A kémiai gondolkodás és kialakítása az általános iskolában*

Napjainkban talán már kevesen kételkednek abban, hogy a természettudományok iskolai oktatásában el kell jutnunk odáig, hogy nevelésünk eredményeként korszerű és szilárd materialista természettudományos világkép alakuljon ki tanítványaink tudatában az iskolai oktatás minden szintjén. Az is bizonyos, hogy ennek a feladatnak a vállalására nem egyetlen természettudományos tantárgy, hanem ezeknek a tantárgyaknak együttese indíthatja el a szívós harcot, juttathat el a várt sikerhez. A természet egységes. Minden kis darabjában együtt él és működik valamennyi jelenség, amit az ember fizikai, kémiai és biológiai mozgásformának nevez. A születetten kíváncsi ember, aki mindig és mindenkor „átfogását vágyja a világnak”, soha nem azzal a szándékkal teszi fel a kérdést önmagának, környezetének, hogy most egy fizikai vagy kémiai mozgásforma jellemzését kapja válaszul, hanem mindig azzal, hogy mi a lényegi titka, megfejtése, magyarázata az általa tapasztalt jelenségnek, változásnak. A megfejtés, a magyarázat az esetek túlnyomó többségében kémiai, fizikai és biológiai is egyben. A tudomány is érzi az elszigeteltségből, lehatároltságból adódó problémákat, s éppen ezért szükségszerűen hozta létre a természettudományos interdiszciplinákat: a fizikai kémiát, a biofizikát, biokémiát.

Úgy gondolom, hogy ezen a tanácskozáson éppen az a kémiatanárok feladata, hogy elfogadják, magukévá tegyék: csakis egymással közösen, egymással tökéletes harmóniában, egységes jellemben és meggyőződésben, együttes módszertani szemlélettel és semmiképpen sem egymástól elszigetelten vagy éppen egymással hierarchikus harcok közepette kell vállalnunk, hogy nevelői tevékenységünk során kémikusok leszünk, de egyben és tőle elválaszthatatlanul fiziku-

* Elhangzott a Kémiatanárok VI. Országos Konferenciáján. (Eger, 1974. június 23—26.)

sok, biológusok is, egy kissé matematikusok, sőt — mint mindenki tudja — nyelvészek is. Mindegy, hogy minek nevezzük, komplex vagy integrált szóval foglaljuk össze a testvérisülési törekvéseket, bizonyos, hogy az egységről, a kölcsönösségről nem mondhatunk le éppen az egységes és szétbonthatatlan természettudományos világkép, természettudományos gondolkodás kialakításának szükségessége miatt.

Így tehát vállalnunk kell azt a megfontolást és következtetést is, hogy a *kémiai világkép* csak része a természettudományos világképnek, a kémiai gondolkodás kialakítása is csupán egy faktora annak, amit teljes értékű természettudományos gondolkodásnak nevezünk. Ennek következtében mindaz, amit itt a kémiai gondolkodás kialakításának nagy horderejű kérdésével kapcsolatban mondani kívánunk, mindig annak a megfogalmazatlanul is állandóan jelenlevő álláspontunknak az érvényesülése érdekében is tesszük, hogy a *részről* szólunk ugyan, de az *egész* érdekeinek szolgálatában.

A kémiai gondolkodást a kémiaórákon a tanulók értelmi erőinek fejlesztésével párhuzamosan alakítjuk ki. Itt tanulják meg a tanulók, hogy hogyan és miként lehet önálló munkával kémiai ismereteket szerezni, és hogy a kémiai fogalmak, törvények birtokában miképpen oldhatják meg a természettudományos kérdéseket.

A kémiai gondolkodás mindazon pszichikus tevékenység, művelet, műveletrendszer, amelynek eredményeként a valóság kémiai mozgásformáiról, valamint ezek gyakorlati vonatkozásairól absztrakt ismeretekhez, ismeretrendszerekhez jutunk. Ebben a meghatározásban két dolog ötvöződik: egyrészt a pszichikus, logikai folyamat (forma), másrészt a kémiai ismeret (materia). Anélkül, hogy belebonyolódnánk a régi vitába a formális és materiális képzés kérdéséről, meg kell fogalmaznunk, hogy a kémiatanárok nem általában akarják az értelmi képességeket fejleszteni, hanem a kémia fogalmainak, fogalomrendszerének, törvényeinek feltárása során, s kifejezetten abból a hasznossági megfontolásból, hogy a megismert törvényeket alkalmazni is tudják a tanulók az életben. A materiális és formális képzés elválaszthatatlan egységének gondolatát elfogadva, a kémiai gondolkodás alakításáról, az értelmi erőkről és ezek fejlesztéséről kell szólnunk.

Az értelmi képességek közül első helyen kell kiemelnünk az *érzékszervi tapasztalást*. A kémiában a tényanyag gyűjtése, a tapasztalatszerzés az első jelzőrendszeren keresztül történik. A kémiai anyagok megjelenési formáinak, külső tulajdonságainak felismeréséhez a különböző érzékszervek tapasztalati bázisára van szükség. A kémiai tapasztalatszerzésben szinte minden érzékszervünk részt vesz. Ezek a képességek a gyakori észlelés által finomodnak, differenciáltabbakká válnak. A megfelelő érzékszervi finomodás rendkívül gyorsá teszi egyes kémiai anyagok jelentésének felismerését minden analízis nélkül is.

Érzékszerveink teljesítőképesége azonban véges, a „leképezés” nem egzakt, nem objektív, éppen ezért a csupán érzékszervi megfigyelés gyakran tévútra is vezethet (a 7. osztályos tanulók gyakran azt gondolják a vízbontóban észlelt buborákképződésről, hogy forr a víz az áram hatására, vagy a híg KMnO_4 -oldat színét összetéveszthetik a lúgos fenoltaleinnal stb.). Ezért arra kell nevelnünk tanítványainkat, hogy az érzékszervi benyomásokat mindig kontrollálják.

Talán egyetlen tantárgy sem dicsekedhet olyan széles körű tapasztalatszerzési bázissal, mint a kémia. Így tehát szaktárgyunk tanításában bőséges lehetőség nyílik arra, hogy sokoldalúan, plasztikusan, érdeklődéskeltően állítsuk a tanulók elé a vegyi jelenségeket, s fejlesszük bennük az érzékelési és észlelési képességet.

Az intellektuális tevékenységek sorából második helyen emeljük ki a *figyelmet* és a *megfigyelőképességet*. Minden megismerő tevékenység és tanulás feltételezi a megfigyelőképességet, ugyanakkor a figyelem is fejlődik a tanulási tevékenységben. A tervszerű értelmi nevelés során alakul a figyelem stabilitása, koncentrációja, megoszthatósága. Pedagógiai szempontból igen fontos, hogy biztosítsuk a tanulók intenzív és hosszan tartó figyelmét, a vizsgált jelenségre való stabil ráirányulást. Ennek érdekében a tanítási anyag tartalmi változatosságát, érdekességét, gyakorlati élettel való kapcsolatát és a sokrétű feldolgozást használjuk fel. A kémiaórákon különösen a meglepő eredményekkel kecsegtető kísérletek segítenek a feszült figyelem biztosításában. A figyelem stabilizálását támogatja a kémiatanár magatartása, dinamizmusa, a tantárgy iránti lelkesedése, valamint a tanítási óra üteme.

A kémiatanításban a fogalomalkotás egyik fontos pszichológiai tevékenysége a *megfigyelés*, amely lényegében nem más, mint szándékos és tudatos észlelés. A tanulók kémiai gondolkodásának nevelése már a megfigyeléssel elkezdődik. A megfigyelés azáltal válik gondolkodó észleléssé, hogy a megfigyelési szempont irányítása alapján a tanuló a jelenségek sokféleségéből éppen a lényegeset emeli ki. Például, ha a fémek aktivitási sorának fogalmát akarjuk kialakítani, akkor az elvégzett kísérletek sokféle jelenségből nyilván a lezajló kémiai folyamatok sebességére kell a figyelmet irányítani, mert ezzel már utat mutatunk az absztrakció felé is.

A tanulók kezdetben nem jó megfigyelők. Gyakran tapasztalhatjuk, hogy a megfigyelésben járatlan tanulóknál a teljesen azonos tapasztalati alapok ellenére mennyire jelentős egyéni különbségek mutatkoznak a tárgyak, jelenségek felfogásában, megértésében. Ugyancsak gyakori jelenség az is, hogy a tanulók a kísérletekkel kapcsolatban nem a lényegét figyelik meg, hanem a lényegtelen, de feltűnő jelenséget. Például a magnézium égetésekor a szikrázó fényre koncentrálnak, s nem arra, hogy egy fémes elemből az oxidáció során fehér színű por, a magnézium-oxid keletkezik, vagy az oxigénnel végzett kísérletekben csak azt figyelik meg, hogy a különböző anyagok milyen színnel égnek, s nem azt, hogy az oxigén az égést táplálja. *Döntő* tehát, hogy a tanulók tudják azt, hogy mit kell megfigyelniük. Ezért helyes, ha a lényegre irányító megfigyelési szempontot táblán, füzetben, munkalapon rögzítjük, hogy tudatossá váljék az.

A kémiában a megfigyelés csak akkor értékes, ha *tervszerű, tevékeny és gondolkodási* műveletek kapcsolódnak hozzá.

A megfigyelésben fontos szerepet töltenek be a tanulók már korábban megszerzett kémiai ismeretei. A *régebben tanult általánosítások* alkalmazása, a *másodlagos indukció* megrövidíti, leegyszerűsíti a megfigyelést. A tanulók korábbi általánosításainak felhasználása a megfigyelésben gazdag asszociációs rendszerek kiépítésére ad lehetőséget.

A kémiában a megfigyelés általános iskolai tanulók szintjén leggyakrabban *indukcióval* történik, s a folyamatok értelmezése során végzett *analízis* összefonódik a *szintézissel* is. Figyeljük ezt meg a fémek aktivitási sorának kialakításakor adott megfigyelési szempontok esetében.

Kísérlet: Előttetek 3 kémcsőben híg kénsav van.

Tegyétek a rezet az első, a cinket a második, a vasat a harmadik kémcsőbe!

Megfigyelés: Melyik gáz képződött? Melyik kémcsőben? Mely kémiai átalakulás ment végbe? Hasonlítsd össze a 3 folyamat sebességét! Mire következtetsz a jelenségekből?

Ennél az elemző megfigyelésnél a tanulóknak 3 fém jellemerősségét kell összehasonlítaniuk. Külön-külön megfigyelik a helyettesítési folyamatokat, ame-

lyeket a hidrogéngáz fejlődése alapján állapítanak meg. Már eddig is egy sor korábbi általánosítást alkalmaznak (helyettesítés, hidrogéngáz felismerése stb.). A folyamat során az analízissel szinte paralel folyik a szintézis is, és a megfigyelés eredményeképpen már kialakul bennük az egyes fémek jellemerőssége közötti különbség, ami a megfigyelés kitűzött célja volt. Ha a kémia tanár ismeri a fogalomalkotáshoz vezető gondolkodási műveleteket, tudatosan szervezi és irányítja a tanulókat, nagymértékben biztosítja a fogalomalkotás zavartalan menetét, nagyfokú önállóságát és a kémiai gondolkodás kialakulását.

Pedagógiai kísérletek bizonyítják, hogy a megfigyelőképeség jól fejleszthető lényegre mutató megfigyelési szempontok adásával, önállóan végzett tanulói kísérletezéssel, problémát nyújtó feladatok megoldásával.

A kémia tanulásában jelentős szerepe van az *emlékezetnek*, ezért nem hagyolhatjuk el az emlékezőképeség fejlesztését. A lélektan az emlékezésnek kétféle megnyilvánulási formáját tartja számon: *a mechanikus és gondolati emlékezést*. Egyetérthetünk abban, hogy az utóbbi az értékesebb, így elsősorban ennek fejlesztésére kell törekednünk, azonban tudnunk kell, hogy nem nélkülözhető a mechanikus emlékezés sem. A régi iskola túlhangsúlyozta a mechanikus emlékezés szerepét. Napjainkban jelentősége megmaradt ugyan, de fejlesztésének útja-módja megváltozott. Az emlékezet teljesítőképességét az *ismétlések* fejlesztik különösen. Itt azonban *nem memorizáló* ismétlésekre gondolunk, hanem az értelmi tevékenységek, műveletek végzése alkalmával az ezekhez kapcsolódó *emlékezeti funkcióra*. A hasonló megoldási apparátust igénylő feladatok végzése során az emlékezet a gyakorlás következtében segíti és gyorsabbá teszi a probléma megfejtését. Az *értelmi emlékezés* megőrzi a legfontosabb, jól belátott kémiai ismereteket, ezek lényegét tárolja, így a tanuló azokat a legkülönbözőbb helyzetekben alkalmazni is tudja.

A *képzelet és fejlesztése* látszólag távol van a természettudományos gondolkodástól, pedig nélküle nagyon csonka lenne kémiai képzőmunkánk. A *reproduktív fantázia* segítségével tudjuk elképzeltetni az anyag szerkezetét, az atomok, molekulák alakját, térbeli elhelyeződését, mozgását stb. Bár sok segéd-eszköz áll rendelkezésünkre ahhoz, hogy ez a képzeleti kép ne váljék irreálissá (kalottamodellek, plasztilin golyócskák, mozgófilmek trükkfelvételei stb.), mégis elsősorban a tankönyvek, a faliképek síkban való ábrái segítik az elképzelést, és ennek térbe való áttétele már csak a képzelet munkájával lehetséges.

Komoly gondot jelent a kémiatanításban annak biztosítása, hogy a *jelrendszer* mögött a tanulók mindig lássák a kémiai valóságot, tehát az anyagot, a kémiai átalakulást. Ez a kettős kapcsolat is a képzelet segítségével jön létre. A *szimbólumok* értelmezését, a kémiai feladatok megoldását a fantázia segíti. Ha a kémiai jelzéseket az információelmélet terminológiájával kódoljuk tekintjük, akkor a dekódolás gondolati tevékenységében a fantázia is jelentékenyen tevékenykedik.

Gyakran előfordul, hogy valamely jelenséget megfelelő berendezés, laboratóriumi eszköz hiányában nem tudunk bemutatni a tanulóknak. Ilyen esetben *gondolati kísérletet* végeztetünk, s ezzel a tanulók képzeletére támaszkodunk. Sok kísérlet elvégzése után a „*belső szemléltetésnek*” egyébként is helye van. Veszélyes lenne azonban a kísérletek sokaságának csak a képzeletben való elvégzése, mert a fantázia csak a reális valóság valóban átélt jelenségeinek felhasználásával tudja az egyes elemeket új kombinációba rendezni. Ellenkező esetben a képzelet elszakad a valóságtól, irreálissá válik.

A technológiai folyamatokat igen, gyakran csak folyamatábrák segítségével tehetjük világossá. A képzelet öltözteti fel ezeket az ábrákat valóságos gyártási folyamattá, amelyekben már gépek, konstrukciók életszerű együttesével állnak a tanulók előtt a folyamat részei és egésze. Természetes, hogy ezt a képzeleti képet is néhány üzemi élménynek kell táplálnia.

Az alkotó képzelet szerepének jelentkezésére bukkanunk az iskolai munkában akkor, amikor a tanulók hipotézisek segítségével közelítik meg egy-egy kémiai probléma megoldását, vagy akkor is, amikor a tanulók önállóan készítenek feladatot a kémia valamely témaköréhez. Ilyenkor, mint mondani szokás, a fantázia szárnyakat ad a gondolkodásnak. Ebből következik, hogy a képzeletnek érzelmi kapcsolatai is vannak, és jó, ha ezt beépítjük motivációs bázisaink közé.

Bár az érzékelés, észlelés, képzelet mint értelmi tevékenységek előfeltételei a gondolkodás kialakulásának, azonban a gondolkodás át meg átjárja az „alacsonyabb szintű” pszichikus folyamatokat, egyre inkább irányítójukká, szervezőjükké válik. Ágoston György szerint:

„Amilyen mértékben fejlődik a gondolkodás egyre magasabb szintekig, oly mértékben alakul át az érzékelés, az észlelés, az emlékezet és a képzelet is...”

A *gondolkodás fogalmának* bonyolultságát mi sem jelzi jobban, mint az, hogy Kelemen László *a pedagógiai pszichológia alapkérdései* (1968) című könyvében a gondolkodás fogalmának meghatározása és fajtái tisztázásakor 34 szerző 10—15-féle megközelítését ismerteti. Kelemen munkájának felhasználásával írjuk körül a kémiai gondolkodás legfőbb fogalmi jegyeit.

A *kémiai gondolkodás* a kémiai jelenségek absztrakt mozgástörvényeinek visszatükrözése a második jelzőrendszer, illetve a beszéd és a fogalomrendszer segítségével. A kémiai gondolkodás a valóság kémiai problémái megoldásának keresése közben jött létre a történelem során. A kémiai gondolkodás a kémiai jelenségek általánosításai és az ezekhez kapcsolódó következtetések útján, az analízis—szintézis műveletein keresztül jut el új eredményekhez.

Ebből a körülírásból a kémia tantárgy-pedagógiájára nézve az alábbi következtetések adódnak: a korszerű kémiai gondolatfejlesztés alapja a gondos valóságsszemlélet; a gondolkodásfejlesztés legjobb módja az ismeret megszerzésében és alkalmazásában is a problémaszituációból való kiindulás; a problémamegoldás végzésekor a tanulók önállóan tevékenykednek, analizálnak, szintetizálnak, összehasonlítanak, következtetnek, ítélnek, rendszereznek: azaz gondolkodnak.

Így a kémiatanításban a következő alapvető megoldások érvényesíthetők a gondolkodás fejlesztése során: a problémamegoldó gondolkodás kialakítását és tökéletesítését tesszük a gondolkodásra nevelés gerincévé. Ennek során arra törekszünk, hogy a tanulók közreműködése aktív legyen és ne formális, tehát valóban önálló tevékenység bontakozhassék ki.

A gondolkodási tevékenység jelenlétéről a tanulók esetében is csak akkor beszélhetünk, ha számukra a kémiai jelenség magyarázata problémát jelent, és a probléma megoldásáig csak több lépésen keresztül tudnak eljutni.

Problémának nevezzük a szó legáltalánosabb értelmében azt a helyzetet, amelyben bizonyos célt el akarunk érni, azonban a cél elérésének útja számunkra rejtve van. Ezzel a meghatározással elkerülhetjük azt a hibát, hogy csak a megoldatlan tudományos kérdések a problémák. A probléma szó sokkal tágabb fogalom. Pszichológiai-pedagógiai értelemben problémának nevezünk minden olyan kérdést, feladatot, amelyre a választ, a megoldást nem tudjuk

azonnal megtalálni. Ilyen értelemben problémát jelenthet az egyik tanuló számára például az, hogy mi lángol és miért, ha a nátriumdarabkát vízbe dobjuk, és az edény falához tapad, míg a másik tanuló előző ismeretei alapján világosan látja, hogy a hőkezeléssel járó folyamat során felszabaduló hidrogén gyulladt meg. A probléma ilyen értelmezéséből következik annak relatív és szubjektív jellege. Brunner szerint az iskolában megvalósuló gondolkodás elvileg nem különbözik a tudományban megvalósuló gondolkodástól.

A problémamegoldó gondolkodás kutatásában kitűnő eredményeket ért el a francia *Piaget*, a szovjet tudomány óriása, *Pavlov* s a nyomában kialakult szovjet iskola: *Rubinstein*, *Ponomatjov*, *Galperin*, *Mencsinszkaja*, *Bogojavlenskij* stb. A magyar *Lénárd Ferenc* vizsgálatai derítettek fényt a problémamegoldás lefolyásának *fázisaira*, azaz makrostruktúrájára, valamint a gondolkodás *műveleteire*, azaz mikrostruktúrájára. Gondolatainak jelentősége éppen a fázisok és műveletek összekapcsolásában van, továbbá annak a számunkra is fontos következtetésnek, hogy a kémiai gondolkodás sohasem egy elképzelt vagy erőszakolt séma szerint folyik, hanem a próbálkozások, hipotézisek, elcsüggedések és újrakezdések drámáinak is nevezhető tevékenységében.

A két struktúra lényegét lélektani tanulmányainkból is ismerjük, itt most csak utalásjelleggel soroljuk fel őket. A problémamegoldó gondolkodás *makrostruktúrájának fázisai* a következők: 1. ténymegállapítás, 2. a probléma módosítása, 3. megoldási javaslat, 4. kritika, 5. mellékes mozzanatok említése, 6. csodálkozás, tetszés, 7. bosszankodás; 8. kételkedés, 9. a munka feladása vagy a probléma megoldása. A problémamegoldás *mikrostruktúrája*, azaz *gondolkodási műveletei* a következők: 1. analízis, 2. szintézis, 3. absztrahálás, 4. konkretizálás, 5. összehasonlítás (azonosságok, különbségek), 6. összefüggések (egész—rész, alá-, fölé-, mellérendelés, ok-okozati összefüggés stb.), 7. kiegészítés, 8. általánosítás (generalizálás), 9. specializálás, 10. rendezés (osztályozás, rendszerezés), 11. analógia, 12. többszörösen összetett gondolkodási műveletek (fogalomalkotások, induktív és deduktív következtetések, bizonyítások, hipotézisalkotások stb.).

Ez a bonyolult rendszer önmagában is jelzi, hogy amikor a kémiai gondolkodás alakításáról, az értelmi erők fejlesztéséről beszélünk, mindezen gondolkodási tevékenység egészére, illetve a résztvékenységek egymással összekapcsolódó formáinak szerves együttműködésére kell számítanunk. Hogy mely gondolkodási művelet mely fázisban végzi funkcióját, az mindig a konkrét probléma minőségétől, a tanulók meglevő absztrakt ismereteinek alkalmazására való hajlékonyságától és a begyakorlottság fokától függ. A gondolkodás képességbeli tényezői az ismeretszerzés minden fázisában, tehát a kémiai fogalom megismerése, alkalmazása, ellenőrzése során is jelen vannak, működnek, s ezáltal tökéletesednek is. Ezen képességek csírái adottságok formájában öröklődnek ugyan az emberben, de kifejlesztésükhöz, tökéletesítésükhöz számos aktív gondolkodási műveletvégzés járul hozzá.

A korábbi okfejtéseinkből is kitűnt már, hogy a fogalomalkotás során a problémahelyzetek mennyire jellemzőek és fontosak. A tanár által adott „miért” kérdés tipikusan problémahelyzetet teremt, és megindíthatja azt a feszültséget, amelynek nyomán az értelmi erők mindegyike végzi a maga feladatát. Kémiaoktatásunk jelenlegi hiányosságai közül ki kell emelnünk azt, hogy sok esetben a kémiai fogalmakat nem gondolkodással és nem öntevékeny műveletvégzéssel szerzik meg a tanulók, hanem a kérdve kifejtés jól-rosszul összeállított vagy spontán rávezető kérdései nyomán *félkészten*, esetleg *készen* kapják meg, így nem járják végig a megismerés lenini útját. Ezáltal a tanulók a kémia fogalmait megfelelő szemléleti alap nélkül sajátítják el, ismereteik tel-

jesen verbális síkon maradnak, s nem alakulhat ki bennük a kémiai gondolkodás.

Az aktív gondolkodásfejlesztés módszereinek, gyakorlati megvalósításának lehetőségeit világszerte kutatják. Jelentékeny eredményekkel azok a módszerek, eljárások kecsegtetnek, amelyek leginkább okos problémák megoldása elé állítják a tanulókat, s a legjobban biztosítják az aktív és önálló gondolkodást. A *munkalapok*, *programozott tananyagok* apró problémák sorára bontják a tanulás folyamatát, a megismerendő kémiai fogalmat, ugyanakkor minden lépést *teljesen önállóan* oldatnak meg a tanulóval. Eközben teljesítik a gondolkodásfejlesztés legfőbb feltételeit: a tanulók értelmi erőinek tényleges aktivizálását, s gondoskodnak a visszacsatolásról is.

A programozásnál logikailag és ennek következtében gondolkodásfejlesztési szempontból is sokkal színvonalasabb az oktatás *algoritmizálása*, amely felhasználja a matematikai logika és valószínűségszámítás apparátusát. Sajátos algoritmusok vezetnek új kémiai fogalmak, összefüggések megértéséhez és alkalmazásához, valamint kísérletek elvégzéséhez. A kémián belül sok téma kínálkozik algoritmizálásra, amelyek közül csak néhányat említünk: a képletírás, egyenletírás, rendszerezés, leszármaztatás, reakciótípusok, a periódusos rendszer felhasználása a rendszerezésben, a tanulói kísérlet és elemzése stb.

Egynél több reményünk van arra, hogy a valóságos tanulói tevékenykedtetés és a problémacentrikus szemlélet mindinkább teret nyer a *legjobb* kémiatanárok gyakorlatában. Az első elismerés éppen ezért szóljon azoknak az útkereső kémiatanároknak, akik már napjainkban is szakadatlan harcot folytatnak azért, hogy a modern pedagógiát felhasználva, valóban természettudományos szemléletet ültetnek diákjaik tudatába, s akik számára a kémiai gondolkodás megteremtése nem a „bevágott” tankönyvi oldalak tartalmának visszaadását jelenti, hanem a kémia problémahelyzeteiben való jó gondolkodásbeli helytállást.

A másik reményünk és bizakodásunk annak a tervnek szól, amelyet az Akadémia Természettudományos albizottsága állított össze. Ez a koncepció — személyes megítélesem szerint — az első a természettudományos oktatás történetében, amely nemcsak elvszerűen beszél a természettudományos tárgyak egyiségéről, hanem az ehhez járható utakat is megkeresi. A kémiatanítás számára is hasznos ennek létrehozása, s minden segítséget meg kell adnunk, hogy e tervnek a realizálása a megbízhatóan végzett kísérleti stádiumok ellenőrző rendszerén tovább finomodjék. Úgy vélem, hogy a kémiai gondolkodás fejlesztésének ügye is ebben az eljövendő keretben bontakozik ki igazán.

A mai lehetőségek között is az lehet csupán a feladatunk, hogy minden erővel szolgáljuk a tanulók értelmi nevelését, természettudományos világképének kialakítását egy folyton tökéletesedő pedagógiai eszközrendszer birtokában.

C. R. Dillard és D. E. Goldberg:

„A kémiai reakciók, a szerkezet és a tulajdonságok”

(Macmillan Co. N. Y. 1971).

A kémia tárgyalása anyagszerkezeti és energetikai alapon, jelentősen hozzájárul a korszerű szemlélet kialakításához. A szemléletformálás szempontjából mindig döntő, hogy a felépítést megszabó alapelveket ne csak szűk területen mutassa be, hanem alkalmazza azokat a kémia egészére. E könyv ezt az utat választja, amikor négy fő fejezetében a kémiai reakciók energetikájából kiindulva az atom- és molekulaserkezeten, majd a halmazok szerkezetén át a leíró kémia válogatott fejezeteivel foglalkozik. Az utóbbi esetben a szervetlen és a szerves kémiát biokémiai fejezettel is kiegészíti.

Az elméleti tárgyalás mélysége és szintje fejezetről fejezetre nő. Előre bocsátja az alapvető fogalmakat (kémiai elemek, sztöchiometria), amelyeket egyszerű példákon át mutat be. Az általános kémiából röviden felvillantja azokat a törvényeket, amelyek nélkül a kémiát nehéz elképzelni, így kitér röviden a gáztörvényekre is, az analízis és képlet összefüggéseire is.

A kémiai reakciók energiaviszonyait rendkívül egyszerűen, összefüggéseiben tekinti át. Tisztázza az energia és a hő kapcsolatát, és alkalmazza ezt a reakciók hőváltozásaira. Fokozatosan áttér a termokémiai tárgyalásról a fizikai kémiai tárgyalás szintjére, a termodinamika alapvető törvényeire.

Az oxidáció és redukció folyamatát összekapcsolja az elektrokémiával, elsősorban a galvánelemekkel. A reakciókinetikai alapismeretekből vezeti le a tömeghatás törvényét, a kémiai egyensúlyt. A sav—bázis elméletek kifejtése egyúttal további lehetőséget ad arra, hogy az egyensúlyi folyamatokat részletesebben vizsgálja.

Az atom- és molekulaserkezet legfontosabb törvényeit a kémiai kötések részletes kifejtésére használja fel, a szerkezet kísérleti meghatározásával párhuzamosan. A halmazszerkezet energetikai áttekintése csupán arra szolgál, hogy a kémiai folyamatokra felhasználja, így valójában a leíró kémia néhány fejezetét is beépíti e fejezetbe.

A leíró kémiánál alkalmazza az anyagszerkezeti és energetikai ismereteket, az elemek és vegyületek rövid tárgyalásánál táblázatosan rögzíti a legfontosabb adatokat, a gyakorlati felhasználásra, pl. geokémiára is kitér. A szerves kémiánál főként a funkciós csoportok tulajdonságait tekinti át, majd azokat a vegyületeket, amelyek a biokémiai folyamatokhoz nélkülözhetetlenek.

A könyv közérthetősége, egyszerű fogalmazása, valamint a bonyolult matematikai kifejezések elkerülése az alapvető összefüggések jó áttekinthetőségét biztosítja. Kitűnő ábraanyaggal rendelkezik, amelyek nemcsak demonstrálják a mondanivalót, hanem tovább is fejlesztik. Minden egyes kisebb fejezet után problémák, példák és feladatok szerepelnek. Alapelvei a hazai természettudományos oktatás törekvéseivel összhangban állnak, az integrálás egyik jó megoldását fejezik ki. Magyar kiadása elsősorban az általános iskolai tanárok önképzését segítené elő, de kitűnően felhasználható lenne a középiskolai tanárok számára is.

kémiai fejtörő

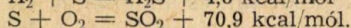
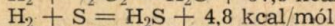
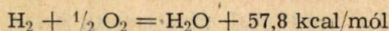


FELADATOK

A feladatok megoldásához az új középiskolai függvénytáblázat kémiai részét használjátok! A szükséges táblázatok megfelelő oldalszámait a feladatok után megtaláljátok.

1. 200 g vízben kálium-kloridot oldunk fel. Hány százalékos volt az eredeti oldat, ha 80 g víz elpárologtatása után 20 °C-on 2 g só vált ki? (190. oldal)

2. A kén-hidrogén oxigénben víz és kén-dioxid keletkezése közben ég el. Számítsd ki, hogy a felsorolt reakciók alapján égéskor mennyi hő keletkezik?



3. A redoxi potenciálok grafikus ábrája alapján válaszd ki azt a két reakciópárt, amelynek lejátszódása — ha egy mól-os oldataikat alkalmas berendezésben galvánelemmé kapcsoljuk — a legnagyobb, illetve a legkisebb feszültséget szolgáltatja! Írd fel az elektródreakciókat, és ennek alapján a teljes elektrokémiai folyamatot is! Számítsd ki a galvánelemek pólusai közötti feszültségkülönbséget!

A megoldásokat 1975. március 31-ig kérjük beküldeni az alábbi címre:

Országos Pedagógiai Intézet

Kémiai Tanszéke

Kémiai Fejtörő

1406 Budapest, Gorkij fasor 17—21.

Az 1974/5. szám feladatait helyesen oldották meg:

Balassagyarmat:

Miklósik Márta

Monostori Katalin

Tóth Márta

Barbacs:

Tóth Edit

Békéscsaba:

Balázs Lajos

Gidai Magdolna

Orosz György

Tóth Ágnes

Bóly:

Győrik Gabriella

Bonyhád:

Seman András

Simon Péter

Budapest:

Balázsházy Imre

Bodó Imre

Boytha Péter

Csaba Attila

Keglevich György

Körösmezey Ákos

Kuslits Béla

Romány Anna

Sziva Dénes

Tóth Ferenc

Turányi Tamás

Zsigmond Géza

Csenger:

Boros Dániel

Csorna:

Elő Piroska

Giczi Ferenc

Huszthy Beatrix

Nemes Rita

Debrecen:

Bencsik Zoltán
 Micskey Károly
 Orosz Ferenc
 Sólyom Anikó
 Somogyi Árpád
 Szabó Mihály

Dorog:

Kütsön Katalin

Eger:

Kovács Tamás
 Sági Róbert
 Simon György
 Tar József

Esztergom:

Szarvas (I) Zsuzsanna
 Szenczi Julianna

Hajdúböszörmény:

Lőrincz Gábor

Hajdúszoboszló:

Beke Ilona
 Czákó Irma
 Nagy Anikó
 Papp László
 Szendrey Csaba
 Tasi Miklós
 Tóth Margit

Hódmezővásárhely:

Balázs Ferenc
 Gyöngyösi András
 Ivanics György
 Juhász Éva
 Kardos József
 Poloz Tibor
 Tóth Ágnes

Jászberény:

Baráth Bea
 Fülöp Irén
 Orosz Margit
 Palotai József
 Péntes Katalin
 Sági János

Kaposvár:

Kelemen János

Kazincbarcika:

Ács Judit

Kecskemét:

Berkesi Ottó
 Bodor Katalin
 Erki Zsuzsa
 Gyenes Marianne
 Gyöngyösi Mariann
 Kiss József
 Müller Károly
 Pálkó István
 Tánczos László
 Töröcsik Lilla

Kerekegyháza:

Gyuris Károly

Keszthely:

Bálint András
 Tóth Piroska

Kisterenye:

Vas Csaba

Komárom:

Tom Gyöngyi

Komló:

Leidecker Ildikó
 Sáfrány Ilona

Magyarszék:

Hadur Cecília

Miskolc:

Pócsik Judit
 Víg József

Nagykanizsa:

Mihályi Katalin

Nagykőrös:

Mari László

Ósi:

Pergel Zsuzsanna

Pécs:

Auth Ferenc
 Czinege Erzsébet
 Németh Csaba
 Vass János
 Vincze László

Salgótarján:

Hajdara Aranka
 Kiss Klára
 Molnár Ilona
 Vadkerti Mária

Szeged:

Czákó Mihály

Szentes:

Csurka Márta

Szolnok:

Bazsó József
 Bozsó Károly
 Dudás Éva
 Gaál Imre
 Gaál Mária
 Hajnal Ágnes
 Kovács István
 Lovas Sándor
 Papp Csaba
 Pásztor Hajnalka
 Sella Sándor
 Szabó Éva

Tiszafüred:

Dudás Katalin
 Hórvölgyi Zoltán
 Kiss Margit
 Nagy Ibolya

Tolna:

Bajári Miklós
 Révész Györgyi

Túrkeve:

Kiss Erzsébet

Várpalota:

Kovács Zoltán
 Szalay Viktor

Veszprém:

Lóránth József

Megoldást küldött még:

Wéber László honvéd, Hódmezővásárhely,
 Chrtiansky László és Vassányi Zsuzsanna,
 Filakovo (Füleke)
 Tanáruk: Vassányi Aurél

СОДЕРЖАНИЕ

Д-р Л. Балаж: Модернизация преподавания химии: I. Преподавание химии и естествознаний	1
Д-р Ш. Штясни: Комплексная реорганизация химии в I. классах гимназий	4
И. Молнар: Практикум в I. классах гимназий	7
Ф. Сигел: Наглядное обучение процессов ионного обмена в средних школах ...	9
Д-р Т. Варнаи: „Новый“ индикатор в преподавании химии	12
УІ. Общегосударственная Конференция Преподавателей Химии	17
Д-р Л. Сюч: Современное технологическое воззрение и его специал-научная основа в преподавании химии	19
Б. Шарди: Химический взгляд и развитие его в начальной школе	24
О книгах	31
Химическая головоломка	32

INHALT

Dr. Balázs, Lóránt: Modernisierung des Chemieunterrichts, I. Chemieunterricht und der Unterricht der Naturwissenschaften	1
Dr. Styaszny, Sándor: Komplexe Reorganisierung des Chemieunterrichts in den 1. Klassen der Gymnasien	4
Frau István Molnár: Praktische Stunde in der 1. Klasse des Gymnasiums	7
Szigel, Ferenc: Demonstration der Ionenaustauschvorgänge in der Mittelschule...	9
Dr. Várnai, György: Ein „neuer“ Indikator im Chemieunterricht	12
VI. Landeskonferenz der Chemielehrer	17
Dr. Szűcs, László: Zeitgemässe technologische Anschauung und deren fachwissenschaftliche Grundlagen im Chemieunterricht	19
Frau Béla Sárdi: Chemisches Denken und dessen Ausbildung in den Grundschulen	24
Buchbesprechung	31
Chemierätsel	32

CONTENTS

Dr. L. Balázs: Modernizing chemistry teaching: 1. Teaching chemistry and sciences	1
Dr. S. Styaszny: Complex reorganization of chemistry teaching in the first forms of grammar schools (for age 15)	4
I. Molnár: Practical class in the first form of grammar school (for age 15)	7
F. Szigel: Demonstrating ion exchange processes in secondary schools	9
Dr. Gy. Várnai: A „new“ indicator in chemistry teaching	12
The 6. National Conference of Chemistry Teachers	17
Dr. L. Szűcs: Up-to-date aspect of technology and its scientific background in chemistry teaching	19
B. Sárdi: Chemical mind and its development in elementary schools	24
On books	31
Chemical puzzle	32

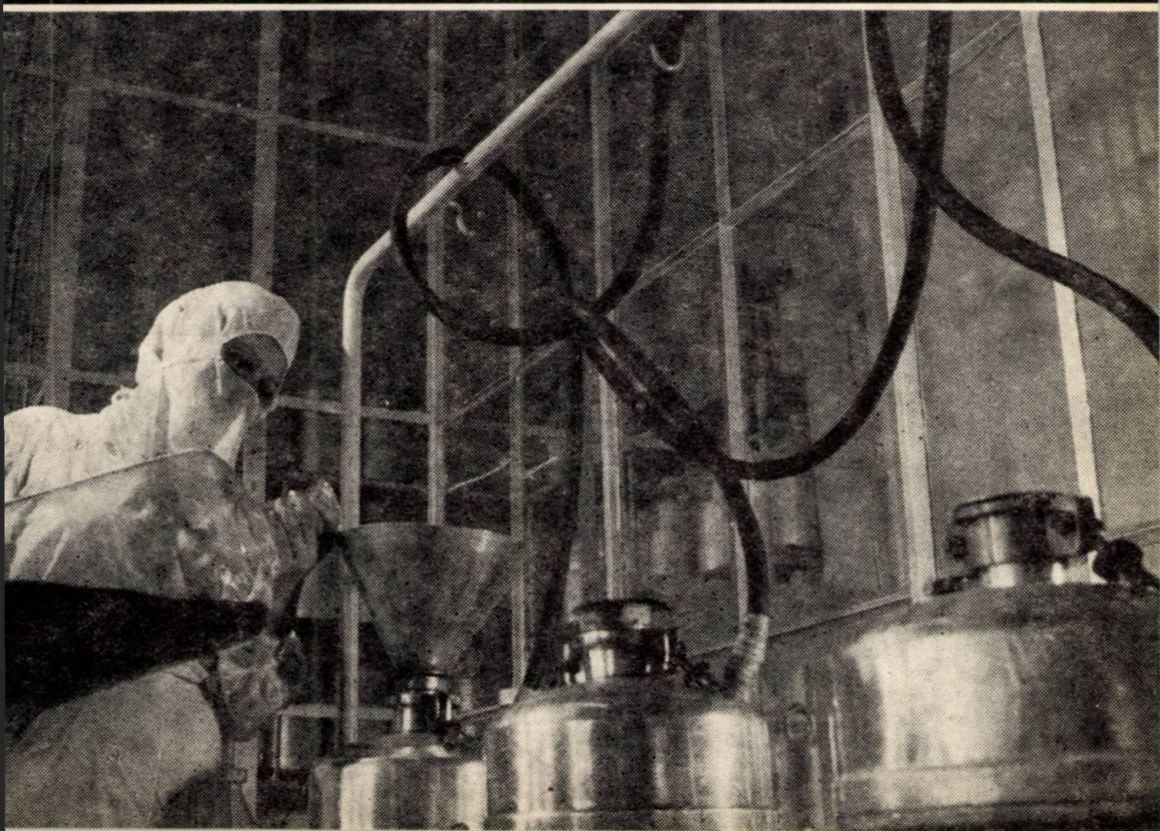
A KÉMIA TANÍTÁSA

1975

2

XIV. ÉVF.

Az Oktatási Minisztérium módszertani folyóirata



A KÉMIA TANÍTÁSA

AZ OKTATÁSI
MINISZTERIUM
MÓDSZERTANI FOLYÓIRATA

SZERKESZTŐ:

DR. BALÁZS LÓRÁNT

Szerkeszti:

A SZERKESZTŐ BIZOTTSÁG

Szerkesztőség:

1406 Budapest VII., Gorkij fasor 17. Országos Pedagógiai Intézet Kémia Tan-
széke. Telefon: 228-238, 228-203, 229-275,
228-609, 228-823. — Kiadja a Tankönyv-
kiadó, 1363 Budapest V., Szalay utca
10-14. — A kiadásért felelős a Tan-
könyvkiadó igazgatója. — Terjeszti a
Magyar Posta. Előfizethető bármely
postahivatalnál, a kézbesítőknél, a
Posta hírlapüzleteiben és a Posta Köz-
ponti Hírlap Irodánál (KHI, Budapest
V., József nádor tér 1., telefon: 180-850,
postacím: 1900 Budapest) közvetlenül
vagy postautalványon, valamint át-
utalással a KHI 215-96 162 pénzforgal-
mi jelzőszámra. Előfizetési díj egy
évre: 14,40 Ft.

75, 4174 - Révai Nyomda, Budapest.
F. v.: Povárný Jenő

Megjelenik évente hatszor

Kérjük a Kartársakat, hogy
közlésre szánt cikkeiket gé-
pelve, két példányban küld-
jék meg a szerkesztőség
fenti címére. — A papír-
lapnak csak egyik oldalára,
kettes sortávolsággal ír-
janak. Egy-egy oldalra 30
sort gépeljenek. A sor hosz-
za 66 betűhely. A cikkek
terjedelme legfeljebb 4-5
gépelte oldal lehet. A rajzo-
kat, táblázatokat külön la-
pon, megfelelő ábraszöveg-
gel (aláírással) ellátva küld-
jék be.

Szerkesztőség

A SZERKESZTŐ BIZOTTSÁG

Hinora Sándorné, Kovács László, dr. Körner Miklós-
né, Michalovszky Csabáné, dr. Pataki László, dr.
Rácz Fodor Benő, dr. Rozgonyi Jánosné, Sárdi Bé-
láné, dr. Szűcs László

TARTALOM

Dr. Balázs Lóránt: A kémiai folyamatok értelmezése	33
Dr. Korcsmáros Iván: Szemlélet és korsze- rűség az általános iskolai kémiaokta- tásban	47
Dr. Sárík Tibor: Óratípusok, szervezeti formák, módszerek és óramodellek az általános iskolai kémiaoktatásban.....	54
Dr. Hutter Anna: Együttműködés (Ta- pasztalatok az 1974. évi egyetemi felvé- teli vizsgákról)	58
Könyvismertetés	61
Kémiai fejtörő	62



DR. BALÁZS LÓRÁNT

tanszékvezető főiskolai tanár,
a kémiai tudományok kandidátusa

A kémiai folyamatok értelmezése

A kémiai változások, a reakciók nem a legegyszerűbb folyamatok közé tartoznak. A jelenségek magyarázata legtöbbször nem „kézenfekvő”, s korszerű kémiai ismeretek hiányában legtöbbször csak a jelenséget észlelhetjük anélkül, hogy megmondhatnánk: mi ennek az oka. Így pl. csupán jelenségszinten állapíthatjuk meg azt, hogy valamilyen gyógyszer hatására a láz lecsökken, a fejfájás megszűnik; vagy a műtrágyázás hatására a növények növekedése, fejlődése meggyorsul. A kémiai változásokra könnyebben felfigyelünk akkor, ha „látványos” — közvetlenül is megfigyelhető — jelenség kíséri (gázfejlődés, fényjelenség, színváltozás, csapadékképződés stb.). A reakciók többségénél azonban szemmel látható változások nem következnek be; ilyenkor valamilyen másik változás könnyen észlelhető jelenségével „kapcsoljuk” a folyamatot, amiből az elsőre következtetni tudunk (pl. a sav-bázis reakciónál az indikátor színváltozása). Mindez azonban nem oka és nem magyarázata a jelenségnek! A reakciók értelmezése a legszorosabban kapcsolódik az elméletalkotáshoz, s innen ered az, hogy a helytelen elmélet helytelen következtetésekre vezet, illetőleg ha az elmélet legalább többé-kevésbé kifejezi mai ismereteinket, akkor szemléletében vezet téves következtetésekre. (Így pl. az Arrhenius-féle ionelmélet közvetlenül nem fedi fel az oldószer és az oldott anyag kölcsönhatásait, s nem segíti elő a kémiai folyamatok egységes értelmezését sem.)

A kémia ösödők óta „érzékenyen” követte az elméleti ismeretek fejlődését, s mindaddig, míg téves elgondolások érvényesültek, a kémiai folyamatok magyarázatának alapvető problémáit sem tudták megoldani. Évezredekken át minden újabb „elmélet” gyökeresen megváltoztatta a reakciókról alkotott képet, ugyanakkor a korábbi magyarázat egyszerűen érvényét veszítette. Az alapvető fogalmak legnagyobb része a XIX. században jutott tudományos értékű megfogalmazásra, azonban ezek is jelentős korrekcióra szorulnak mai

ismereteink birtokában (így pl. a molekulafogalom stb.). A daltoni kémia egyik alapvető hibáját éppen az jelenti — ha ma alkalmaznánk —, hogy tudományosan helyt nem álló következtetésekre vezet, bár a maga korában a kémia kiemelkedő jelentőségű elmélete volt. A korábbi elméletek nem a mainak „egyszerűsített” változatai, s az ilyen „egyszerűsítések” gyakran súlyos hibákra vezetnek. A kémiai reakciók felírásánál, magyarázatánál a valóságos folyamatokat legtöbbször egyszerűsítjük, hogy megkönnyítsük az értelmezést. Ez önmagában még nem lenne baj, de sokan később már teljesen figyelmen kívül hagyják ezt a formális megoldások látszatelőnyeiért. Ennek veszélye — különösen, ha régebbi elméletek sorozatos „korszerűsítésével” azok látszólag összhangba kerülnek a maival — az idővel fokozódik, s végül *helytelen szemléletté merevedik*. Az emberi megismerés történeti útját gyakran összetévesztik a mai tanuló ismeretei kialakításának útjával, módszerével.

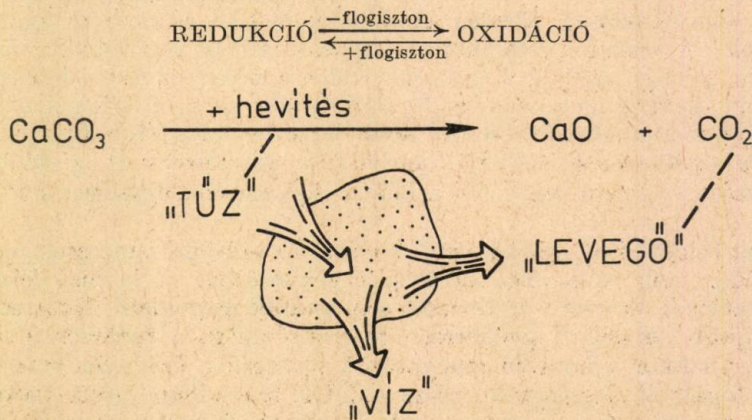
Az emberi megismerés folyamatában a különböző elméletek láncszerűen kapcsolódnak össze, de vajon bármelyik láncszemet kiválaszthatjuk-e arra, hogy — egyszerűbb elméletként — ma ebből kiindulva kezdjünk a kémia tanulásához? A gyakorlati ismeretekkel az elméletek többé-kevésbé összhangban álltak, ha eltekintünk olyan nyilvánvalóan helytelen nézetektől, miszerint a reakciókat pl. a „csillagok állása” vagy „varázsigék” hozzák létre. A jelenség magyarázatát a leprimitívebb „elmélet” is elősegítette, bár alapelve közismerten helytelen!

Az arisztotelészi „négy elem” segítségével olyan bonyolult reakciókat értelmeztek, mint a mészégetés, a mésztöltés és a habarcs kötése. Vitruvius (I. század) római építész szerint minden anyag földből, vízből, levegőből és tűzből áll (sorrendben mind „könnyebb” elemek), s a mészégetéskor a hevítéssel a „tűz elemét” visszük a mészkőbe, amely a „víz” és a „levegő” elemet abból „kiszorítja” (1/a ábra). Minthogy a „tűzelem” a legkönnyebb, a reakciótermék (CaO) kisebb fajsúlyú, s ez a gyakorlati megfigyeléssel összhangban állt. Az így előállított égetett mészből a mésztöltéskor a „vízelem” a korábban „bevitt” tűzelemet szorítja ki (1/b ábra), amelyet a kísérlet is igazolt: a mésztöltés jelentős mennyiségű hő felszabadulásával járt. A habarcsot homokból és oltott mészből készítik, amelynek kötésekor víz keletkezik: a fal „izzad”. Vitruvius szerint a homok (földelem) az oltott mészből a „vízelemet” kiszorítva hozza létre a két anyag közötti kémiai kapcsolatot (1/c ábra). (Tudjuk, hogy a levegőből szén-dioxid megkötésére kerül sor, amit „modernizálva” „levegőelem” megkötésének nevezhetnénk.)

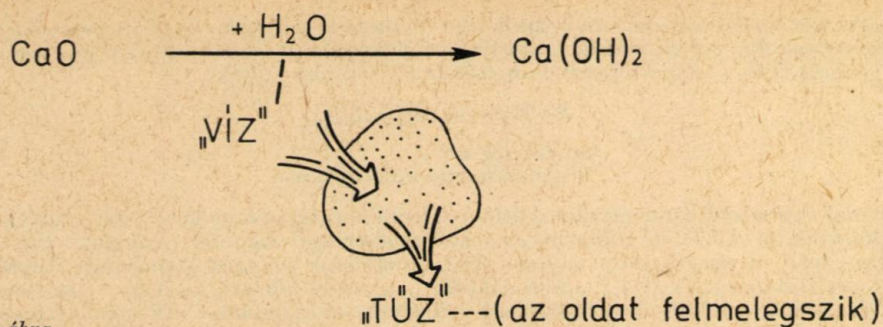
Az elmélet látszólag alátámasztotta a gyakorlati tapasztalatokat, de ki magyarázná szerint a folyamatot?

A következő példát már a XVIII. század kiemelkedő elmélete, a flogisztonelemélet szolgáltassa, amely a kémiai folyamatokat — elsősorban a redoxi reakciókat — átfogóan értelmezte. Észert az éghető anyagok flogisztont tartalmaznak, amely az égés során eltávozik. A fémek elégethetők, tehát flogisztont tartalmaznak (2/b ábra). A fém-oxidokból azonban pl. szenes redukcióval a fém előállítható: a szén (flogisztonban „gazdag” anyag) flogisztont ad át a fémoxidnak (2/a ábra).

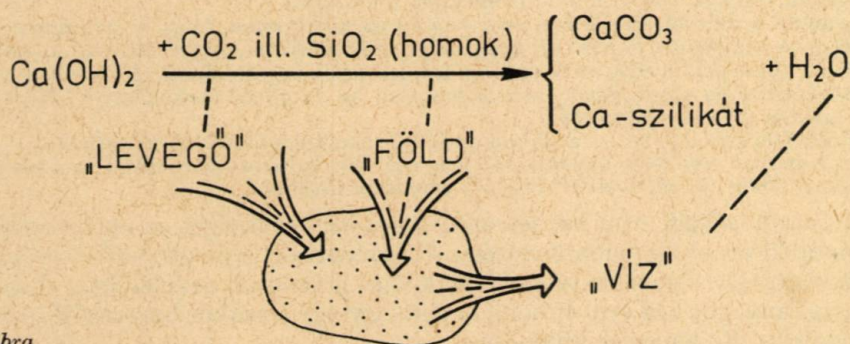
A redoxi reakciók általánosságban tehát:



1/a ábra

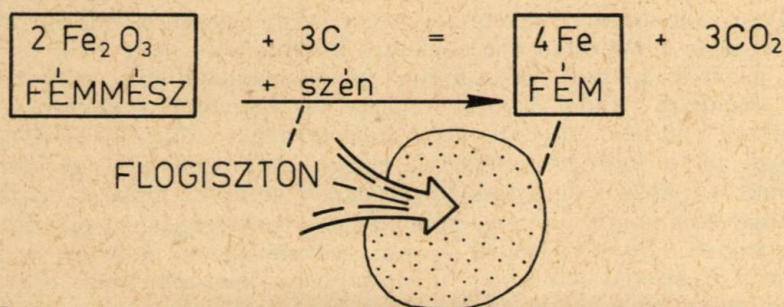


1/b ábra

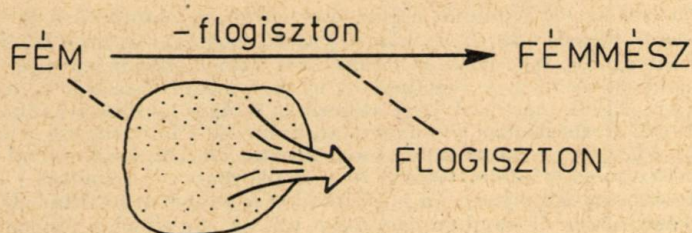


1/c ábra

1. ábra. Az arisztotelészi elmélet alapján Vitruvius római építész magyarázata: a mészégetésre (a), a mésztúzásra (b) és a habarcskötésre (c)



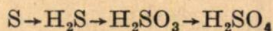
2/a ábra



2/b ábra

2. ábra. Redukció (a) és oxidáció (b) a flogiszonelmélet szerint

A flogisztionelmélet a savak és a bázisok összetételére és erősségére is adott összefüggést: a tulajdonságokat a flogisztontartalom függvényeként tekintették. Így pl. a kénvegyületek saverősségét a flogisztontartalom csökkenésével indokolták:



saverősség nő →
flogisztontartalom csökken →

A kémiai változások ilyen általános értelmezésére korábban nem került sor, s kitűnően alkalmazták az elméletet, miszerint az átalakuláskor egy vegyület „valamit” (itt: flogiszton) lead, a másik pedig felveszi. Mai ismereteink alapján alapvetően helytelen lenne azt állítanunk, hogy a flogisztionelmélet „egyetlen hibája” az, hogy — az ismereitek hiányosságai miatt — a flogisztont tekintette elektronnak! Ez nem elnevezési, formai kérdés, amelyet az újabb elméletek alapján módosítani lehet. *Nem szabad figyelmen kívül hagyni az elméletből fakadó következményeket sem*, itt pl. azt, hogy a fémeket „vegyületeknek”, az oxidokat elemeknek tekintették stb.

Ugyanígy a daltoni elméletben sem csupán az a helytelen, hogy az atomokat oszthatatlannak tekintette, hanem az, hogy helytelen molekula-, vegyérték- stb. fogalmakhoz vezet. (Erre példát még az Arrhenius-féle ionelméletnél találunk.) Ehhez hasonlóan, a kémiai affinitás fogalmának összekapcsolása az exoterm reakcióhővel (Berthelot, 1868) szintén tévedésekre vezet.

A Bohr-féle atommodell — a síkban „pontoszerűen száguldozó” elektronjaival — első sorban a helyes szemlélet kialakítását nehezíti, bár egyszerű ábrázolást tesz lehetővé, ami hosszú ideig „közkedvelt” tette az iskolai tanításban.

A felsorolt példák nem azt jelentik, hogy nem szükséges az emberi gondolkodás fejlődésének nyomon követése. A történetiség, a megismerés folyamatának bemutatása elengedhetetlenül szükséges a tanulók neveléséhez. Azonban nem a tananyagot kell erre építeni, hanem egy-egy témakör bevezetőjénél lehet összefoglalni. Ez lényeges különbség.

A vegyületeket — kémiai sajátásaik alapján — régóta csoportosítják savakra, bázisokra és sókra. A középfokú oktatásban a sav-bázis tulajdonságokon kívül még az anyagok redukáló, illetve oxidáló sajátosságait emelik ki. A korszerű ismereteket leghamarabb a redoxi reakcióknál alkalmazták, amelyet könnyen általánosíthattak az elektronleadás és -felvétel alapján. A sav-bázis folyamatok korszerű értelmezésére azonban csupán az utóbbi időkben került sor, ez is a Brønsted-féle elméletre korlátozódik. Még elhanyagoltabb területet jelent a komplex (koordinatív) kémiai reakciók köre, melytől a legtöbben „elriadnak” abból kiindulva, hogy túl bonyolult s kevésbé gyakori vegyületekről van szó. Anélkül, hogy részleteznénk: időnként elfeledkezünk arról, hogy pl. a hidroxó-komplexek eléggé „hétköznapiak” (a kék színű Cu^{2+} -ionok valójában még a kristályrácsban is komplex ionként találhatók); és a bioszervetlen kémia terén a fémkomplexek fontosságát ma már felesleges hangsúlyoznunk. Ma a felsorolt három reakciótypusba soroljuk a kémiai reakciókat, függetlenül attól, hogy a legújabb sav-bázis elméletek olyan általános fogalmakra épülnek, melyek a különböző reakciókat egyaránt magukban foglalják.

A savak, bázisok és sók fogalmát régóta használták, áttekinthetően R. Boyle 1663-ban foglalta össze. Eszerint savak azok az anyagok, amelyek savanyú ízűek, a fémeket és különböző anyagokat feloldják, az indikátorok színét jellemzően megváltoztatják, a bázisokkal sóképződés közben reagálnak. A bázisok meghatározását korántsem tuktá ilyen pontosan megadni, mert ezek közé akkoriban a lúgos kémhatású sókat is besorolták. Bázisnak tekintette azokat az anyagokat, amelyek a bőrt síkossá teszik, az indikátorok savas oldatban mutatott színét megváltoztatják. (Az indikátorral való azonosítás kivételével e megkülönböztetéseket már az ókorban is használták.) 1666-ban O. Tachenius általánosságban fejtette ki, hogy minden só savból és bázisból áll. A vegyületek valóságos összetételéről azonban nem sokat tudtak. Az elméleti fejlődés elsősorban részterületeken elért eredmények alapján indult meg. A kémiai folyamatokról alkotott egységes kép a továbbiakban mozaikszerűvé vált. Az általánosítás ennek megfelelően

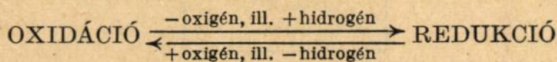
hibás és helyes következtetések „összhangját” kívánta biztosítani, de ami érvényes volt bizonyos körben, az nem kevés félreértésre adott okot másik esetben. A kémiai folyamatok értelmezésének új fejezetét nyitották meg a speciális reakciók és vegyülettípusok vizsgálatai. Az oxigén felfedezése után — elsősorban Lavoisier munkái nyomán alakult ki az oxigénelmélet, miszerint

$$\text{SAV} = \text{nemfém} + \text{oxigén}$$

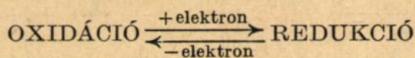
$$\text{BÁZIS} = \text{fém} + \text{oxigén}$$

$$\text{SAV} + \text{BÁZIS} = \text{SÓ}$$

A redoxi reakciókat oxigénfelvételre és -lerakásra korlátozták, amelyet később kiegészítettek a hidrogénleadás és -felvétel folyamatával:



Ez az elgondolás a jelenségek egy csoportjánál jó összhangban állt a gyakorlati mérési adatokkal, azonban korántsem foglalta össze valamennyi redoxi reakciót. Az oxidáció és redukció fogalmát jelentősen korlátozta (ti. az oxigén-, ill. hidrogéntartalmú vegyületekre). Az elvet sokáig a szerves kémiai reakcióknál használták fel még azután is, hogy — mintegy másfél évszázaddal később — tisztázódott:



Az oxigénelmélet mindenesetre valóságos elemet is tartalmazott: vannak olyan reakciók, amelyeknél az oxidáció valóban oxigénfelvétellel következik be, a redukciónál pedig oxigénleadás történik. A speciális esetek számát azonban a hidrogénleadás, ill. -felvétel alapján definiált redoxi folyamatok csupán növelték, de az általánosítást nem könnyítették meg, sőt az alapvető változásra nem is utaltak.

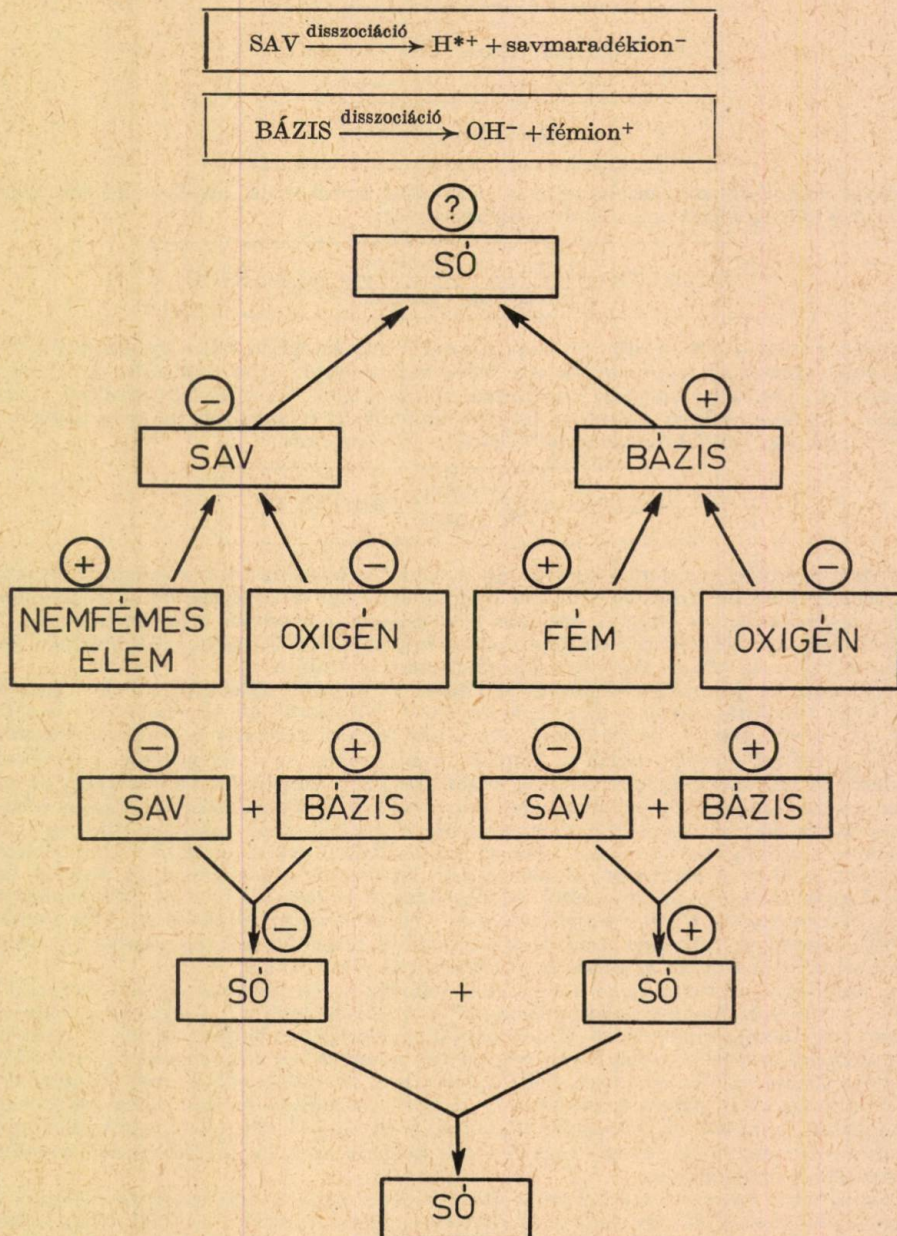
Az elektromos jelenségekből indult ki Berzelius, az „elektrokémiai elmélet” kialakítója, mely továbbfejlesztette az oxigénelméletet. Elgondolásait elsősorban az vezette, hogy az ókori „szeretet és gyűlölet” elvén álló kémiai affinitás helyett valószerűbb, tényleges erőkre vezesse vissza a kémiai folyamatokat és a vegyületek képződését. A pozitív és negatív elektromos töltés között működő vonzóerők analógiájára az elemeket pozitív és negatív jellem szerint csoportosította. Vegyüléskor ellentétes töltésű elemek kapcsolódnak össze. Véleménye szerint a töltések nem „semlegesítik” egymást tökéletesen, mindig marad vissza valamelyikből valamennyi: a savak általában elektronegatívak, a bázisok elektrropozitívak lesznek. Ez teszi lehetővé azt, hogy a savak és a bázisok reakcióba lépnek egymással: só képződik. A savak és a bázisok elektronegatív, illetve elektrropozitív töltése vegyületenként más és más, a keletkező só ettől függően szintén valamilyen töltéssel rendelkezik: a sók is reagálhatnak egymással (3. ábra). A kémiai affinitást tehát az elektromos töltéssel azonosították.

Az oxigént nem tartalmazó vegyületek felfedezése és tanulmányozása vezetett el 1815-ben Davy és Dulong „hidrogénsavak” elgondolásához: „... a savak a hidrogén sajátos vegyületei, amelyekben a hidrogént fémekkel lehet helyettesíteni. A neutrális sók ugyanennek a csoportnak olyan vegyületei, amelyekben a hidrogént egyenértéknyi fém helyettesíti...” Az oxisavak mellé így kerültek a haloidsavak és más, oxigént nem tartalmazó savak is. Arra a kérdésre, hogy a hidrogén milyen módon ad savjellegű vegyületnek, nem tudtak válaszolni. Ez annál is zavaróbb volt, mert számos hidrogéntartalmú, de nem savas jellegű vegyületet is megismertek. A „savhidrogén” fogalmát mindenesetre megalkották.

Fokozatosan bevezették a közömbösítési, a cserebomlási, helyettesítési reakciók fogalmát, amelyhez jó alapot nyújtott a daltoni elmélet. A kémiai reakciók magyarázata a XX. század első évtizedében alig különbözött a korai nézettől. Ennek alapját az a daltoni elgondolás szolgáltatta, hogy minden vegyület molekulából áll (!). Az elektrolitot disszociáció elmélete mellett még sokáig fennmaradt a daltoni molekulaképből fakadó

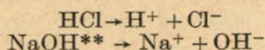
szemlélet is, az elméletek „keveredtek”. [Pl. a molekulából csupán az elektrolitos disszociáció során keletkeznek ionok, a makroszkopikus testek tulajdonságai meg-
egyeznek az egyedi molekulák sajátásaival stb.]

1883-ban fejtette ki Arrhenius az elektrolitos disszociáció elméletét a vizes oldatokban lejátszódó kémiai folyamatok értelmezésére. Eszerint az oldószerben a molekulák elektromos töltésű részecskékre, ionokra bomlanak. Arrhenius és Ostwald részletesen kidolgozta az elméletet, miszerint a savak H^+ -, a bázisok OH^- -ionokra disszociálnak, s e két ionfajta felelős a savas, illetőleg a lúgos sajátágokért:

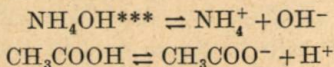


3. ábra. A⁻savak, bázisok és sók felépítése Berzelius szerint (felső ábra), a savak és a bázisok, valamint a sók reakciója az elektrokémiai elmélet szerint (alsó ábra)

Éles különbséget tettek az erős és a gyenge savak, illetve bázisok között: az erős elektrolitok teljesen disszociálnak:

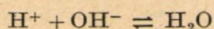


míg a gyenge elektrolitok csak részlegesen disszociálnak:

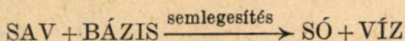


Eszerint valamely sav vagy bázis azért „gyenge”, mert a disszociáció során keletkező ionkoncentráció (H^+ , ill. OH^-) sokkal kisebb, mint a hasonló töménységű „erős” komponensnél. A disszociáció mértékét a kémiai egyensúly szabja meg. A több értékű savak és bázisok lépcsőzetesen disszociálnak.

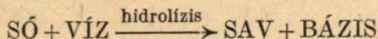
Az elektrolitok elektromos vezetőképességi adataiból arra következtettek, hogy a sav-bázis reakció során a sav H^+ - és a lúg OH^- -ionjai kevésbé disszociáló vízmolekulák képződése közben reagálnak egymással:



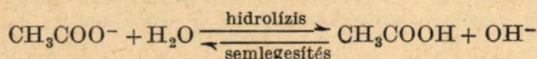
Mindemellett a sav-bázis reakciónál a sóképződést is hangsúlyozták:



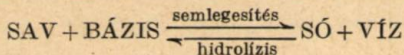
A disszociáció és a semlegesítés mellett külön „reakciótípust” képviselt a hidrolízis. Gyenge savak, illetve bázisok erős savakkal, illetve bázisokkal alkotott sói vízben lúgos, illetve savas kémhatást mutatnak:



Így pl. nátrium-acetátnál az oldás során Na^+ - és CH_3COO^- -ionok képződnek, majd a „gyenge” komponens a vízzel reagál:



A kevésbé disszociált gyenge sav mellett a keletkező OH^- -ionok jelenlétét az oldat lúgos kémhatása kísérletileg is jelezte. Vegyük észre, hogy a hidrolízis és a semlegesítés folyamatát ellentétes irányúnak képelték. Általánosan:



A korábban már megismert reakciókat (sav + bázis, sav + só, bázis + só stb.) ugyancsak a disszociáció alapján értelmezték: a reakció abban az irányban játszódik le, amelynél kevésbé disszociáló termék képződik. „... ha valamely sóra sav hat, a várható átalakulás (új só és új sav keletkezése) annál tökéletesebb leend, minél nagyobb disszociatiofokú a ható sav a keletkező savhoz képest...” (Gróh: Általános Kémia, 1919.) A heterogén rendszerek egyensúlyára — ugyanitt — a vizes nátrium-klorid-oldat a példa: „... a telített oldatban a bomlatlan NaCl -molekulák koncentrációja állandó...”, ami a daltoni molekulafogalom továbbélését mutatja, akárcsak a molekuláris reakcióegyenletek további használata, amelynél csak arra utalt, hogy „valójában” az oldatban ionok találhatók.

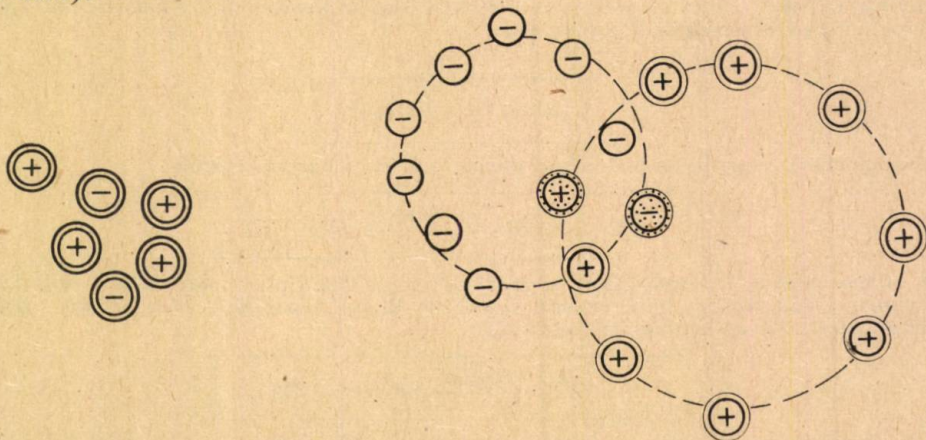
Az elektrolitos disszociáció elméletének kidolgozása jelentősen vitte előre az ismereteket, mindemellett számos hibája is kitűnt. A disszociáció állandók

* Hibás: vizes oldatban nincsen proton.

** Hibás: ionrácsos kristályoknál már a rácsponton ionok találhatók; nincs értelme molekuláról beszélni.

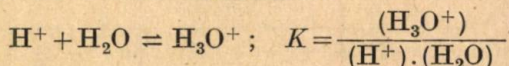
*** Hibás: NH_4OH -molekula nincsen, az egyensúlytlásd a Brönsted-elméletnél.

értéke az elektrolitkoncentráció növelésével — a kísérleti vizsgálatok szerint — szintén megváltozott, ami különösen az erős elektrokitoknál szembeűnő (1. táblázat). A különbözű módszerekkel meghatározott disszociációfok az erős elektrolitoknál eltérű értékekre vezetett, sőt pl. 6,0 mól/liter töménységű sósav esetében $\alpha = 3,4$ (az elmélet szerint $\alpha = 1$ -nél már teljes a disszociáció!). Mindebből következett: legfeljebb a gyenge elektrolitokra lehet érvényes az elmélet. Arrhenius még úgy vélte, hogy az ionok az oldatban teljes rendezetlenségben találhatók, és nincsenek egymással kölcsönhatásban. 1923-ban fejtette ki Debye és Hückel az ionatmoszféra elvét, miszerint az ionokat ellentétes töltésű szolváűburok (vízben hidrátburok) veszi körül, s az ionok egymással kölcsönhatásban állnak, ugyanakkor másik ionatmoszférának is a tagjai (4. ábra).



4. ábra. Az ionok eloszlása az oldatban Arrhenius szerint (bal oldali ábra), és az ionatmoszféra kialakulása Debye és Hückel szerint (jobb oldali ábra)

Már a közelítő számítások is arra mutattak, hogy vízben nem fordulhat elő szabad proton, amelynek a többi ionétól százezerszer kisebb ionrádiusza miatt pl. az erős savak oldatainak vezetőképessége megközelítette volna a fémekét (2. táblázat). Ugyanez jelentős polarizáló hatást kölcsönöz a protonnak, így feltétlenül számítani kell a hidratációjával is. A

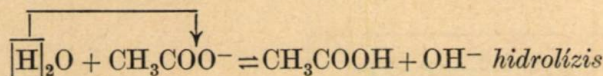
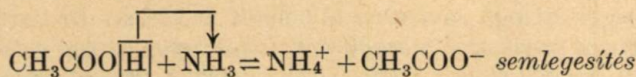
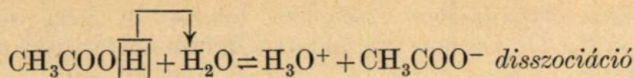


folyamat egyensúlyi állandója (közelítőleg számítva: a szabadentalpia-változásnál $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$, az entrópiaváltozást elhanyagolva, a hidratációhő $\approx$ a hidratáció szabadentalpia-változása ≈ -200 kcal/mól; így a $\Delta G = -RT \ln K$ összefüggésből

$$\lg K = \frac{200\,000}{2,3 \cdot 1,98 \cdot 300} \approx 145,$$

ha a hőmérséklet 300 °K, ahonnan) $K = 10^{145}$, vagyis az egyensúly gyakorlatilag teljesen a H_3O^+ -ionok felé tolódik el.

A kovalens kémiai kötéssel kapcsolódó vegyületek vizsgálatai elősegítették az újabb sav-bázis elmélet kialakulását. Észrevették, hogy az Arrhenius—Ostwald-féle elméletben megkülönböztetett elektrolitos disszociáció, a semlegesítés és a hidrolízis folyamatai között kapcsolat van, mindháromnál protonátlépésről van szó:



Az elmélet egyik legfontosabb gondolata az, hogy a különböző anyagok (vegyületek) egymással kölcsönhatásba lépnek, nemcsak a reagáló partnerek, hanem az oldott anyag és az oldószer is.

1. táblázat

Elektrolitok disszociáció-állandója
különböző koncentrációnál

Koncentráció, mól/liter	KCl	NH ₃
	Disszociációállandó	
0,0001	0,0128	0,0000106
0,001	0,0456	0,0000156
0,01	0,151	0,0000168
0,1	0,535	0,0000192

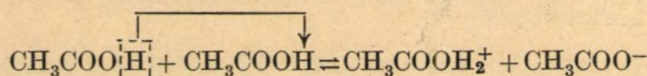
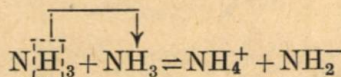
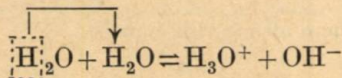
2. táblázat

Fémek vezetők és savoldatok
fajlagos vezetőképessége 18 °C-on

	$\frac{\text{H}}{\text{ohm}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}}$
Ezüst	672 000
Réz	645 000
Higany	10 460
Kénsav (30 s%)	0,74
Salétromsav (31 s%) ..	0,78
Sósav (20 s%)	0,76

Az Arrhenius—Ostwald-elmélet hiányosságai még jobban kitűntek akkor, amikor a szokásos vizes oldatok mellett ún. nem vizes rendszereket is tanulmányozni kezdtek. A korábbi sav és bázis fogalmak érvényüket veszítették: vízben tipikus sóként viselkedő ammónium-klorid pl. cseppfolyós ammóniában erős sav, amely a fémeket hidrogén-fejlődés közben oldja fel. A salétromsav kénsavban bázisos sajátságúvá válik stb.

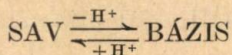
A savasság és a bázikusság szempontjából *E. C. Franklin* már a század első évtizedében tanulmányozni kezdte az oldószerek sajátságait, 1924-ben *P. Walden* és munkatársai is bekapcsolódtak e kutatásba, az oldószerek ún. „öndisszociációját” vizsgálták. Ennek nyomán alakult ki az „oldószerelemélet”, amely alaki hasonlóságból indult ki, de ennél mélyebb összefüggéseket is takar. *Savnak tekintettek minden olyan anyagot, amely at oldószerkation koncentrációját növeli; bázisnak pedig azokat, amelyek az oldószieranion-koncentrációt gyarapítja* Néhány oldószer „öndisszociációja”:



Világosan látszik a protonátmenet, ugyanakkor egyszerűen belátható az, hogy milyen anyag milyen sajátsággal rendelkezik, ha az oldószerben feloldjuk. *Vízben savas tulajdonságot mindazok a vegyületek, ionok mutatnak, amelyek a*

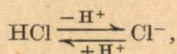
H_3O^+ -ionkoncentrációt növelik, ammóniában pedig azok, amelyek az NH_4^+ -ionkoncentrációt növelik (pl. NH_4Cl). Ecetsavban oldott nátrium-acetát nyilván lúgos tulajdonságot képvisel.

A protontartalmú anyagok átfogó sav-bázis elméletét 1923-ban Brönsted és Lowry dolgozta ki. Eszerint *savak azok a vegyületek, ionok, amelyek egy másik vegyületnek, ionnak protont képesek átadni; bázisok azok, amelyek protont tudnak felvenni*:

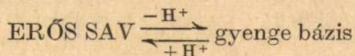


A sav, miközben protonját leadja, nyilván bázissá alakul, hiszen a keletkező reakciótermék elvileg képes megfordítható reakcióban a protont felvenni!

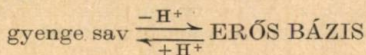
Nézzünk meg néhány egyszerű példát a pontosabb megértéshez: a sósav savként viselkedik ha (megfelelő körülmények között) protonját leadja:



ugyanakkor a kloridion bázis, mert protonfelvételle képes. Brönsted a fenti rendszert *egyszerű sav-bázis rendszernek* nevezte. Ritkán emelik ki a protolitikus elmélet két axiómáját. Az első a fenti összefüggésből következik. *Az egyszerű sav-bázis rendszernél minél nagyobb a sav protonleadási készsége, nyilván annál kisebb a megfelelő bázis protonfelvétel-készsége, tehát: „minél erősebb a sav, annál gyengébb a megfelelő bázis”.*

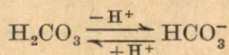


Ugyanezen gondolatmenetből következik: „minél erősebb a bázis, annál gyengébb a megfelelő sav”.

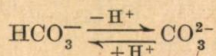


Az egyensúly így a gyengébb komponens irányában eltolódik.

A protontartalmú vegyületeknél a kovalens kémiai kötés dominál. A Brönsted-elmélet tehát ionkötéseknel (pl. $NaOH$) közvetlenül nem alkalmazható. Nem zárja azonban ki azt, hogy egyszerű sav-bázis rendszert ion is alkothasson (pl. az $NaHCO_3$ helyett: HCO_3^- -iont vizsgálhatunk). A szénsav példáját nézve:



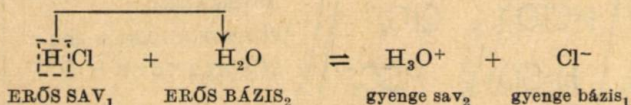
a szénsav sav, hiszen protont adhat le, miközben HCO_3^- bázis keletkezik. Közismert azonban, hogy a disszociáció nem áll meg itt, hanem:



Könnyen belátható az, hogy a folyamat során a HCO_3^- savként viselkedik (protonleadás!), miközben CO_3^{2-} bázis jön létre. Az első folyamatban a HCO_3^- bázisként, a másodikban már savként viselkedik!

Ha ezt összevetjük az Arrhenius—Ostwald-elmélettel, a hasonlóság szembeötlő, de ugyanakkor lényeges különbséget is megállapíthatunk: Ugyanaz a vegyület vagy ion amfoter sajátságú attól függően, hogy milyen folyamatban vesz részt. Ez összhangban áll azzal, hogy *a savas vagy bázikus sajátság a reakciópartnertől is függ*. A reakciópartner lehet maga az oldószer is!

Közismert a vízmentes sósavról, hogy gázhalmazállapotban erős kovalens kémiai kötés kapcsolja össze alkotóit: így Arrhenius elgondolása szerint sem lehet erős sav. Vízben azonban erős savként viselkedik:



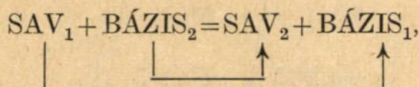
Az „1” index, ill. „2” index az összetartozó egyszerű sav-bázis rendszerre utal.

A sósavnál már tisztáztuk, hogy miért gyengébb a bázis a Cl^- -ion. E folyamatnál a víz erős bázisként viselkedik, mert — a gyakorlattal összhangban — a sósav teljes egészében átadja protonját a H_2O -nak, miközben H_3O^+ -ionok képződnek. A víz protonfelvételi készsége tehát lényegesen nagyobb, mint a H_3O^+ -ionok protonleadási készsége: a H_2O tehát erősebb bázis, s a megfelelő sav (H_3O^+) csak gyengébb lehet.

Brönsted a fenti két egyszerű sav-bázis rendszerből felépített újabb rendszert *kettős sav-bázis rendszernek* nevezte. Gyakorlatilag mindig ilyen rendszerekkel dolgozunk, ha kémiai reakció egyáltalán bekövetkezik. A protonleadásra csak akkor kerülhet sor, ha jelen van olyan anyag, amely ezt felveszi. Brönsted második axiómája ebből következik; a kémiai folyamatok közben:

„a protonátmenet során mindig gyengébb sav és bázis jön létre”.

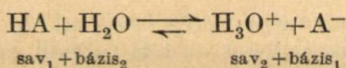
A sav-bázis reakciók tehát két egyszerű sav-bázis rendszer közötti folyamatként írhatók le:



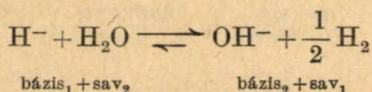
ahol a reakció során mindig új sav és új bázis keletkezik. A protolitikus elmélet abban is különbözik az Arrhenius—Ostwald-elmélettől, hogy a sóképzést nem tekinti jellegzetes sav-bázis folyamatnak.

A savjellegzet és -erősséget a protonátvitelhez szükséges energia szabja meg, amely a folyamat egyensúlyi állandójával exponenciálisan függ össze, Ebből következik, hogy a saverősséget a sav (vagy a bázis) protolitikus folyamatának egyensúlyi állandója (vagy a savkitevő) fejezi ki.

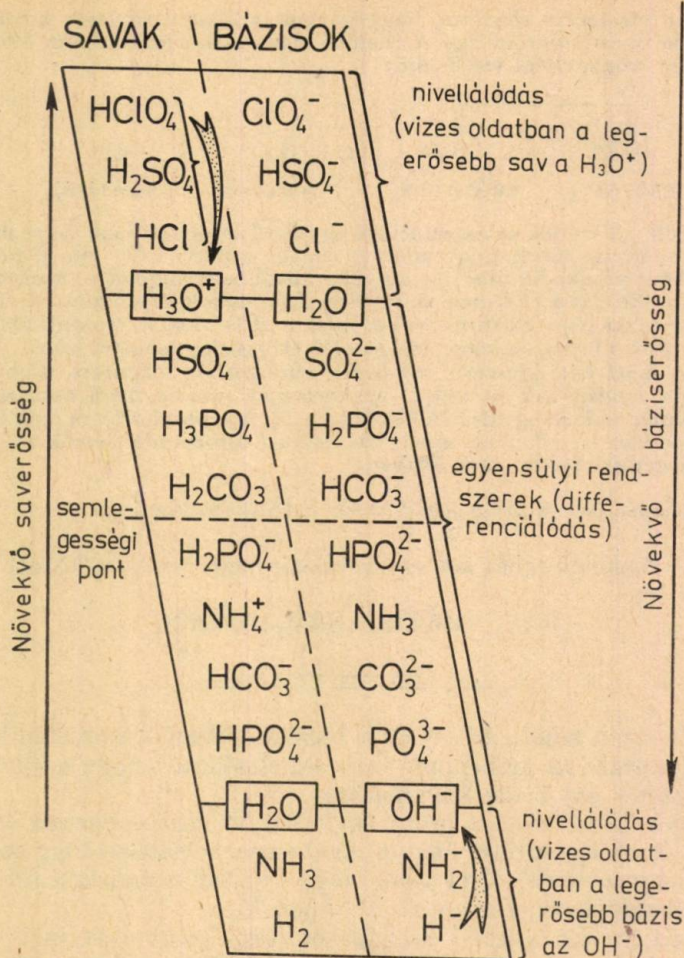
A Brönsted-elmélet kitűnő szolgálatot tesz protontartalmú rendszerek reakcióinál, a vizes oldatokban lejátszódó sav-bázis reakcióknál. Vízben — az oldószerelmélettel összhangban — a legerősebb sav a H_3O^+ - (illetőleg egyéb $\text{H}_{n-1}\text{O}_n^+$ összetételű „hidrát”), a legerősebb bázis pedig az OH^- -ion. Ennél erősebb savak és bázisok tehát reakcióba lépnek a vízzel (mint bázissal, illetőleg savval):



ahol az egyensúly a gyengébb sav és bázis irányába nagymértékben eltolódik (pl. HCl). Erősebb bázisnál, pl. hidrideknél (NaH):

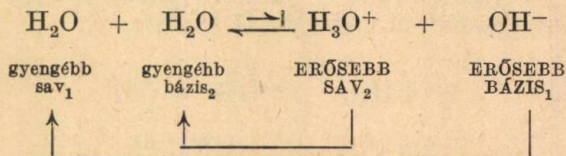


így a vízben a különböző erősségű savak erőssége „kiegyenlítődik” (nivellálódik). A H_3O^+ - és OH^- -ionoknál gyengébb savak és bázisok vízben már különböző erősségűek lesznek. A protonfelvétel és -leadás energiakülönbségétől függően az egyensúly különböző mértékben tolódik el az új sav és bázis keletkezési irányába. Ilyen esetekben a víz ún. differenciáló oldószer (5. ábra).

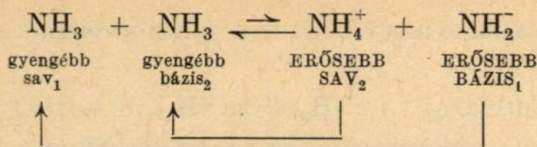


5. ábra. A Brønsted-féle sav-bázis rendszerek viselkedése vizes oldatokban. H_3O^+ -nál erősebb sav és OH^- -nél erősebb bázis vizes oldatokban nem található. Az egyensúlyi rendszerek protonaffinitása lefelé nő, így a semlegességi pontig az egyensúly jobbra, alatta pedig balra tolódik el

Mi a helyzet tehát a közismerten erős bázis alkálifém-hidroxidok esetében? Mint ionvegyület, a bázisos jelleget az OH^- -ionok képviselik, amelyek a víz autoprotolízisének egyensúlyát

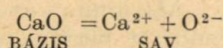


a gyengébb komponensek irányába tolja el (az OH^- protonfelvétellel H_2O -vá alakul). Adott oldószer semlegességi pontján az „öndisszociáció”-nak megfelelő és egyenlő ionkoncentrációt értjük. Víznel $[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{OH}^-]$, cseppfolyós ammóniánál pedig a $[\text{NH}_4^+] = [\text{NH}_2^-]$, a következő folyamat szerint:

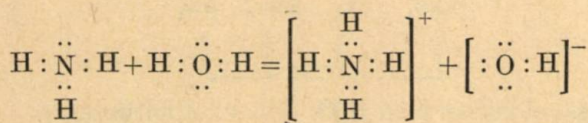


ahol az egyensúly a gyengébb komponensek irányába tolódik el (más szóval az egyensúlyi állandó kicsiny érték). A különböző oldószerek eltérő egyensúlyi állandói eredményezik azt, hogy eltérő az a tartomány, amelyben más sav-bázis rendszerek differenciáltan viselkednek. (Ugyanakkor azonban az oldószertől függően a savak erősségi sorrendje is megváltozik.) A Brönsted-elmélet így az ún. „nem vizes” oldószereknél is használható.

A Brönsted-elmülethez hasonlóan 1939-ben H. Lux bázisoknak tekintette az oxigén-ionok leadására, savaknak, az oxigénionok felvételére képes molekulákat, ionokat. Így pl. a kalcium-oxid bázis, mert:



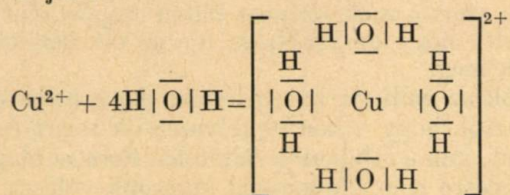
Ha elektronszerkezetileg is nézzük a sav-bázis reakciókat, akkor könnyű észrevennünk, hogy a protonleadás, illetőleg -felvétel pl. az ammónia oldásánál:



datív kötés kialakulásával jár. Lewis ennek alapján *savaknak azokat a molekulákat, ionokat tekintette, amelyek elektronszűránnal, bázisoknak pedig, amelyek elektronszűránnal rendelkeznek.* A Lewis-féle sav-bázis elmélet már szélesebb körben alkalmazható, mert nem korlátozódik a protontartalmú anyagokra: Így pl. a BCl_3 , a CO_2 , a bór, a szén stb. sav, mert elektronszűránnal rendelkezik; a fémoxidok, az oxigén bázisok (pl. CaO), mert elektronszűránnal rendelkeznek, tehát a sav-bázis reakció lejátszódhat.

A Lewis-elméletet fejlesztette tovább 1963-ban Pearson, amikor a Lewis-bázisokat két csoportba sorolta: megkülönböztette az ún. laza (soft) és a merev (hard) bázisokat. Az előbbiek kis elektronszűránnal, könnyen oxidálhatók, elektronszűránnal alacsony energiaszintűek és betöltetlenek. Az utóbbiak nagy elektronszűránnal, nehezen oxidálhatók, s elektronszűránnal magas energiaszintűek. A savakat ugyancsak laza (soft) és merev (hard) savakra csoportosította. Az előbbiekre a nagyobb atomi méret, kis pozitív töltés és könnyen gerjeszthető elektronok; az utóbbiakra a kis méret, nagy pozitív töltés és nagyobb energiával gerjeszthető elektronok a jellemzők. A sav-bázis reakció eszerint „merev” savak és merev bázisok; valamint laza savak és bázisok között játszódik le.

A komplex (koordinációs) vegyületeknél, csupán a hidroxó-komplexekeket tekintve, a folyamat jelzi



Szemlélet és korszerűség az általános iskolai kémiaoktatásban*

Az utóbbi években a kémiatudomány művelői és a kémiatanárok között szóban és írásban egyaránt sok szó esett a kémiaoktatás korszerűsítésének szükségességéről. Ennek közismert indoka abban a szemléleti és tartalmi különbségben keresendő, ami a daltoni atomelmélet alapján álló általános iskolai, a Bohr-elméletre alapozott középiskolai kémiaoktatás és a kvantumkémiai szemléletű felsőoktatás között kialakult, s ami miatt általános és középiskolai kémiaoktatásunk egyaránt nagymértékben elmaradottnak, korszerűtlennek tekinthető. Az oktatáspolitikai határozatok megjelenését követően a kémiaoktatás korszerűsítése a szakmai indokoktól függetlenül is aktualitást nyert, a korszerű új kémiai tantervek előkészítésének munkálatai megindultak, s ezzel párhuzamosan a kémiaoktatás korszerűsítésének az elvi és gyakorlati kérdései nemcsak a szakemberek vitáinak, hanem általában a kémiatanárok érdeklődésének is a középpontjába kerültek. A korszerűsítés végrehajtói, megvalósítói a kémiatanárok lesznek. A korszerűsítés azonban a tanári munkában nem kizárólag szaktudományi kérdésként, hanem pedagógiai vonatkozású problémaként is jelentkezik, és elsősorban elvi kérdések tisztázását teszi szükségessé. Ezek között a szemlélet és a korszerűség fogalmainak a kémiatudomány és a kémiaoktatás oldaláról való értelmezése és a közöttük levő kapcsolat elemzése rendelkezik kiemelendő jelentőséggel.

A kémiatudomány feladata a *kémiai anyag* tulajdonságainak az anyag szerkezetével, szerkezeti elemeinek mozgásával való értelmezése. A mai korszerű kémia a kémiai anyag tulajdonságainak az értelmezésére atomszerkezeti, molekulászerkezeti (pontosabban: atomrendszer-szerkezeti) és halmazszerkezeti ismeretek komplex alkalmazását tartja szükségesnek, azaz az anyag tulajdonságait három, hierarchikus kapcsolatban álló anyagi struktúrából vezetik le. A többfokozatú levezethetőségnek az elvi alapja e három anyagi rendszerre jellemző kölcsönhatás típusának azonossága: az *elektromágneses kölcsönhatás*.

A tudományok rendszerezése és az egyes tudományok tárgyának a meghatározása elvi alapon a mozgáshordozó és a vele kapcsolatos mozgásforma alapján történhet. A *kémiai mozgás hordozói az atomok*. A kémiai mozgás az atomok jellemző mozgása: az atomoknak magasabb rendű rendszerekké — molekulákká vagy kristályrácsokká = ún. molekuláris rendszerekké — való csoportosulása, e molekuláris rendszerek felbomlása vagy átrendeződése. Eszerint a kémia által a tulajdonságok értelmezésére felhasznált háromfajta anyagi struktúra közül a kémiai mozgás közvetlenül csak a molekuláris rendszerek szerkezetével függ össze. E mozgás és a molekuláris szerkezetek sajátosságai, valamint az általuk hordozott tulajdonságok szempontjából viszont az atomok közötti kölcsönhatás, vagyis a *kémiai kötés* minősége a legfontosabb tényező. Ezek figyelembevételével a kémiának a kémiai mozgással kapcsolatos specifikuma a következőképpen határozható meg: *a kémia tudományának az a fő feladata, hogy az anyagi világot molekuláris szinten megismerje és leírja, azaz az anyag*

* Elhangzott a Kémiatanárok VI. Országos Konferenciáján. (Eger, 1974. június 23—26.)

tulajdonságait az atomok közötti kölcsönhatás, vagyis a kémiai kötés alapján értelmezze és levezesse.

A kémiai mozgást és az anyag tulajdonságait az atomok közötti kölcsönhatással különböző módon értelmezhetjük: egységes objektumoknak tekintett atomok mozgásával, diszkrét elektronoknak (vegyértékelektronoknak) a mozgásával és elektronhullám (töltésfelhő) mozgásával. *A kémiai szemlélet a kémiai mozgás és az anyagi tulajdonságok értelmezésének a módját, mélység szintjét jelenti, közelebből azt, hogy a strukturális hierarchiát alkotó diszkrét anyagi rendszerek közül melyiknek a mozgását használjuk fel az értelmezés alapjául.*

Ha a kémiai mozgást diszkrét atomok mozgásával, csoportosulásával, az atomcsoportok (molekulák, atomrendszerek) átrendeződésével, felbomlásával stb. értelmezzük, akkór a világot az *atomelmélet* alapján szemléljük (az atom mozog), ha azt vizsgáljuk, hogy az atomok közötti kémiai kölcsönhatás hogyan jön létre, azaz a kémiai mozgást a vegyértékhéjak meghatározott számú diszkrét elektronjainak a mozgására vezetjük vissza (elektronkötés elve, oktettelv), akkor a kémiai mozgást *elektronelméleti* (atomszerkezeti) alapon szemléljük (az elektron mozog); ha a kémiai kölcsönhatás értelmezésénél az elektronok hullámtermészetéből indulunk ki, mozgásuk leírásánál a kvantumkémia tárgyalásmódját alkalmazzuk, akkor *kvantumkémiai szemléletet* alakítunk ki (az elektronhullám mozog).

A tudományos megismerés számára először az atom-molekuláris dimenziók mérettartománya vált megközelíthetővé, akkor az atomok voltak „elemiek”. A megismerés később fokozatosan hatolt egy-egy struktúraszinttel mélyebb dimenziókba, aminek eredményeképpen fokozatosan megismerhetővé váltak az atomok szerkezeti elemei, a mai „elemi részek” világa, az anyag kettős természete és a mikrovilág elemeinek a klasszikus fizikával nem értelmezhető mozgástörvényei. Az anyagszerkezeti ismeretek fejlődésének egy-egy ilyen jellemző időszakában egy-egy korszakalkotó új elmélet (Dalton, Bohr, Schrödinger) tette lehetővé az anyag tulajdonságainak, mozgástörvényeinek új szemlélet alapján való értelmezését. *Az új elméletek mindig az anyagról alkotott szemléletünknek ugrásszerű, minőségi megváltozását eredményezték.* A szemlélet megváltozásával időnként bekövetkező „ugrásszerű” minőségi különbség* a tudományos ismeretek fejlődésének természetes és törvényszerű velejárója.

Az ismeretelmélet *korrespondencia elve* értelmében az egymásra épülő elméletrendszereknél a *magasabb fokú elmélet* közelebbi megközelítéssel, *tökéletesebben írja le a valóságot*, ugyanakkor azonban az alacsonyabb szintű elmélet tartalmának helytálló részét esetleg saját határesetenként is leggyakrabban magában foglalja.

E megállapítások a kémia fejlődéstörténetének 3 fémjelzett elméletére tipikusan érvényesek. A daltoni atom-molekuláris szemlélet nagy része a tudományos igazság kritériumainak nem felel meg, ezért eredeti alakjában tudománytalanak és korszerűtlennek tartjuk. De a kémiai jelenségek, mint az atomok mozgása, valóság, *az atomelmélet alapján álló szemlélet* tehát — a daltoni tan téves vonatkozásaitól mentesen — alkalmas arra, hogy vele a *valóságot a tudományos igazságnak is megfelelő módon*, meghatározott mélység szinten (és értemi szinten) *leírja*, megvilágítsa.*

A Bohr—Sommerfeld-modell kör vagy ellipszis alakú elektrópályái stb. nem fedik a valóságot, de a meghatározott számú és energiájú elektronokat tartalmazó vegyértékhéj ismerete, vagyis az elektrónkémiai szemlélet alkalmas lehet

* A korpuszkuláris elmélet azonban nemcsak Daltonnál érvényesül, így nem szükséges ezzel azonosítani. (Szerk.)

a periódusos rendszer egyes összefüggéseinek, a periodicitás törvényének, az „oktettelv” alkalmazásának a szemléltetésére anélkül, hogy az ellentmondana a kvantummechanikai atommodell követelményeinek, igazságának.**

A kémiai szemlélet tartalmát tehát nem az egykori, a részizgazságok mellett téves feltételezéseket is magukban foglaló elméletekhez kell kötnünk, hanem a szemlélet alapjául szolgáló anyagi rendszerek szerint kell differenciálnunk. Ennek megfelelően az atomelméleti ismeretszintet meg kell különböztetnünk és el kell határolnunk a mai tudományos megismerésnek meg nem felelő, téves feltevéseket is tartalmazó daltoni atom-molekula elmélettől, hasonlóképpen az elektronkémiai ismeretszintet a Bohr-modell alapján álló atomszemlélettől. Ebben az esetben a világról az atomelméleti ismeretszint fokán is helyes, a tudomány álláspontjának megfelelő képet alakíthatunk ki, az atomelmélet tehát alkalmas lesz az anyag sajátságainak meghatározott mélységű, tudományos igényű, átfogó magyarázásához.

Összegezve: az atomelméleti, elektronelméleti és kvantumkémiai szemlélet csak a természet (anyag) megismerésének különböző mélységű fokozatait jelenti; a háromféle szemlélet nem mond egymásnak ellent (a magasabb rendű az alacsonyabb rendűt magában foglalja), és helyesen értelmezve mindegyik megfelel a tudományosság követelményeinek.

Egyértelműnek látszik, mégis egészen ellentétesen, sőt szélsőségesen értelmezik gyakran a korszerűség fogalmát, és a különböző szemléleti fokozatokkal való kapcsolatát.

Valamely fogalom vagy fogalomrendszer korszerűségének legalapvetőbb követelménye, hogy tartalma igaz legyen, s a mai kor tudományának szemléletét is tükrözze. Hogy a tartalom igazsága, tudományos helytállósága a korszerűség legfontosabb kritériuma, azzal mindenki egyetért, nagy azonban a bizonytalanság, „a mai kor tudományos szemléletének tükrözése” értelmezésében. Így pl. egyesek szerint minden régi vagy klasszikus ismeret már eleve csak elavult, korszerűtlen lehet; mások szerint pedig csak az az ismeret vagy ismeretrendszer lehet korszerű, amely a tudományos ismeretanyagot a haladó tudomány élenjáró eredményeit figyelembe véve, a legmagasabb fokú ismeretszintnek megfelelő fogalmak, törvényszerűségek és szakkifejezések felhasználásával tárgyalja stb.

Mivel a korszerűség kérdése kémiaoktatásunk fejlődésének jelenleg központi problémája, ezért szükséges a kérdésnek pedagógiai alapon való tisztázása.

A pedagógiatudomány szerint a klasszikus ismeret nem azonos az elavult (korszerűtlen) ismerettel, és korszerű lehet bármilyen tudományos ismeretszint szemléletének megfelelő ismeretrendszer, amely:

- alkalmas az adott mozgásforma (itt kémiai) jelenségeinek, törvényszerűségeinek adott szinten való általános értelmezésére;
- a magasabb rendű ismeretszint (szintek) szemléletével összhangban van;
- a magasabb rendű szemlélet olyan elemeit is tartalmazza, amelyek által az a magasabb rendű tudományos ismeretrendszerré tovább fejleszthető, az belőle ellentmondásmentesen kiépíthető.

** mindemellett

Eszerint az atomelméleti nivójú és szemléletű kémia is lehet korszerű, mert

— tudományos ismeretrendszeren alapszik (az atomelmélet mint ismeret-szint, illetve ismeretrendszer párhuzamos a daltoni atom-molekuláris elmélettel, de nem azonos azzal);

— a kémiai mozgás átfogó értelmezésére alkalmas (ezt a klasszikus kémia ismeretrendszerének kialakulása, a klasszikus kémia léte bizonyítja);

— helyesen értelmezve és alkalmazva, nincs ellentmondásban az elektronkémiával vagy a kvantumkémiával (l. előbb);

— ezért azok ismereteivel tetszőlegesen kibővíthető, azokká ellentmondásmentesen továbbfejleszthető.

Mindezek figyelembevételével az *általános iskolai kémiaoktatás korszerűsítése lényegében azt jelenti*, hogy a klasszikus atom-molekula elméleten alapuló, *daltoni szemléletű kémiaoktatásunkat atomelméleti szemléletűvé kell átalakítanunk*. A daltoni anyagszemlélet korszerűtlensége lényegében két feltevés téves voltából vezethető le. Ezek: az atomok oszthatatlansága és az anyag molekulákból való felépítettségének általánossága. Ezért a korszerűsítés azoknak a követelményeknek a következtetési tartalmi végigvezetését jelenti, ami abból a tényből következik, hogy az atomok szerkezettel rendelkeznek, és hogy az atomok kölcsönhatása által keletkező magasabb rendű rendszer nemcsak molekula, hanem nyílt rendszer, kristályrács is lehet. Az így kialakított atomelméleti szemléletű kémia, illetve általános iskolai kémiaoktatás egyrészt a magasabb fokú iskolák magasabb szintű kémiai szemléletével nem kerül ellentétbe, másrészt szükségszerűen tartalmazni fogja a magasabb szintű szemlélet tovább építhető elemeit is, tehát korszerű lesz.

A kémiai szemlélet alapjául szolgáló három elmélet annak idején a tudományos anyagszemlélet „ugrásszerű” minőségi megváltozását eredményezte. Ennek megfelelően az általános iskolai, a középiskolai és a felsőfokú kémiaoktatás nivója és szemlélete között ma is hasonló minőségi, „ugrásszerű” különbség van, ami a magasabb iskolatípusban mindig „a fogalmak átértékelését” teszi szükségessé. Az oktatás különböző szintjei között keletkező szemléleti különbségeket és a fogalmaknak ebből következő szükségszerű átértékelését sokan „alapvetően helytelen jelenségnek” s jelenlegi kémiaoktatásunk egyik legnagyobb hibájának tartják. Ezért a kémiaoktatás korszerűsítésének fő céljai közé sorozzák a kémiaoktatás különböző szintjei közötti szemléleti különbségeknek és a fogalmak átértékelésének a megszüntetését.

Vizsgáljuk meg, vajon valóban hibás jelenség-e a fogalmak átértékelése, és szükséges-e, vagy egyáltalán lehetséges-e a megszüntetése!

Hivatkozni lehet pl. arra, hogy a tudományos ismeretek állandóan fejlődnek, s fejlődésük ismert, meghatározott törvényszerűségeket mutat. Pl. az ismeretelmélet tanítása szerint „a tudományos ismeretek rendszerként transzformálódnak”. Gondoljunk csak arra, hogy néhány évtizeddel ezelőtt, még egykori egyetemi tanulmányaink idején is, csak a klasszikus kémia ismeretrendszere létezett. Azóta pedig a Bohr-elmélet, majd a kvantumkémia diadalra jutását követően, tehát több alkalommal is tanúi és alanyai voltunk „a kémiai ismeretrendszer transzformálódásának”, ami teljes kémiai szemléletünk „átértékelésével” volt ekvivalens. A tudományos ismeretek fejlődése tehát egyes fogalmaink permanens átértékelésével jár együtt, s a fejlődés egyes időszakaiban teljes fogalmi rendszerünk transzformálódása, „átstrukturálódása” is bekövetkezik. A tudomány fejlődése, éppúgy, mint az egyes emberek ismereteinek a fej-

lődése, a fogalmak állandó fejlődésével, egyes esetekben minőségi átértékeléssel jár.

Példák tömkelegét lehetne felhozni arra, hogy a kémiai fogalmak iskolai kialakításánál is nemcsak esetleges, de a legtermészetesebb, a magától értetődő, szükségszerű és törvényszerű jelenség a fogalmak bővítése és mélyítése, más szóval „átértékelése”. Gondoljunk csak pl. az oxidáció fogalmának kialakítására és fejlődésére, a kémiai ismeretszerzés kezdetén az oxidációt oxigénnel való egyesülésként megismerő tanuló oxidációfogalmától a későbbi tanulmányok során elektronleadásként értelmező, majd oxidációs számra, oxidációfokra „átértékelő” növendékig.

Vagy gondoljunk pl. a savfogalom fejlődésére, annak egyes szakaszaira, arra az útra, ami a savak tulajdonságaival először ismerkedő tanuló savfogalmától a vizes oldatok hidrogénion-disszociációján keresztül a különböző, egyre átfogóbb tartalmú sav-bázis elméletek savfogalmáig vezet.

És felhozhatnánk számtalan példát, felhasználhatnánk számtalan aforizmat bármely egyéb tudomány területéről is. Ehelyett azonban, minthogy végeredményben pedagógiai kérdések eldöntéséről van szó, a pedagógiának az érveit és törvényeit kell elsősorban mértékadóknak tartanunk és elfogadnunk.

Mit mond tehát e kérdésről a pedagógia:

A pedagógia főiskolai tankönyvében ([2] 296. old.) erről a következő olvasható:

„A fogalmak kialakítása folyamatának két oldalát különböztetjük meg: bővülését és mélyülését. Ezt a didaktikai irodalomban a fogalmak extenzív és intenzív oldalának nevezik. A bővülés alkalmával a fogalmat új fogalmakkal bővítjük, egészítjük ki, tehát gazdagítjuk a fogalmak terjedelmét. A mélyülés alkalmával a fogalmat új jegyekkel mutatjuk be, új szempontok szerint tárgyaljuk, tehát gazdagítjuk tartalmát.

A fogalmak az egyes iskolai szakaszokban (pl. az alsó és felső tagozatban) újra visszatérnek, de bővítve vagy mélyítve. A tantervet már úgy alkotják meg, hogy a fogalmak különböző oldalait (terjedelmét és mélységét) megjelölik benne a nevelők számára.

A nevelőnek tehát kettős szerepe van a fogalmak fejlesztése alkalmával:

- a fogalmak terjedelmét, körét bővíti, szaporítja a tanulóknak; itt tehát mennyiségi változásról van szó,
- a fogalmakat mélyíti, tehát új szempontból, új oldalról megvilágítva, magasabb szinten fejti ki; itt viszont minőségi változásról van szó.”

Tehát a lényegyet kiemelve: a fogalmak kialakításának az a természetes módja, hogy „a fogalmak az egyes iskolai szakaszokban... bővítve vagy mélyítve... újra visszatérnek”. Amikor a nevelő „a fogalmakat mélyíti... (akkor) magasabb szinten fejti ki; itt minőségi változásról van szó”. E megállapítások félreérthetetlenül egyértelműek azzal a „jelenséggel”, amit „a fogalmak átértékelése”-ként szoktak emlegetni, s „az oktatás különböző szintjei közötti szemléleti különbségek” okozójának tartanak, s amit az átértékeléssel együtt sokan alapvetően helytelennek deklarálnak. E felfogás azonban az előzők szerint teljesen ellentmond a pedagógia elméletének és gyakorlatának, mert az oktatási fokozatok közötti szemléletkülönbség és az ezzel járó fogalom-átértékelés nem hibás vagy káros jelenség, hanem szükségszerű és törvényszerű. Ezért sem a kémiaoktatásban, sem más iskolai tárgy oktatásában nem kerülendő és nem is kerülhető el. A tudományosság elvének alkalmazását tehát,

mint a korszerűség fő feltételét, nem lehet és nem szabad a fogalmak átértékelésmentes kialakításaként értelmezni.

Az iskolai szemléletkülönbségek és a fogalmak átértékelése felőli vitákban sokan hangoztatják azt a véleményt, hogy e kérdésekben felvetődő problémáknak és általában az iskolai kémiaoktatás korszerűtlenségének egyik gyökere a kémiaoktatás egész ismeretanyagának történeti jellegű elrendeződésében keresendő. Ha tehát az ismeretszintekre, illetve szemléleti nivókra tagozódó, tehát lényegében koncentrikus jellegű klasszikus tantervi elrendeződés helyett spirális vagy lineáris tantervi struktúra nyerne alkalmazást iskoláink kémiaoktatásában, akkor a fogalomértékeléssel kapcsolatos egész problémakör kikerülhetne. A korszerűsítés egyik fontos feladatának tekintik tehát a kémiaoktatás történeti jellegének a megszüntetését, egyrészt a történeti jellegű ismeretanyag száműzésével, másrészt a tantervi ismeretanyag történeti struktúrájának a megváltoztatásával, elhagyásával.

E kérdések nemcsak a leendő korszerűsített kémiaoktatás koncepcióját érintik igen mélyen tartalmi és metodikai szempontból egyaránt, hanem a kémia-tanárok szemlélete szempontjából is igen fontosak, közelebbről elemezendők.

A történetiség egyetlen iskolai tárgy oktatásában sem lehet öncélú. Történeti jellegű ismeretanyag elsajátítására a kémiaoktatásban is csak akkor lehet szükség, ha az oktató-nevelő munka egyéb céljainak a megvalósítását szolgálja. Az idejétmúlt ismeretek, elméletek, bármilyen nagy szerepet is játszhattak egykoron a kémiai jellegű kultúra kialakításában, kizárólag kultúrtörténeti alapon vagy „hagyomány” jelszó alatt semmiképpen sem kaphatnak helyet a korszerű oktatásban (a korszerűtlen fogalmak, elméletek, technológiák tárgyalása stb. tehát feltétlenül elhagyandó). Azonban mindez nem tévesztendő össze a tudományos ismeretek kialakulásának, logikájának történeti jellegével, s egyébként hasznos, sőt esetleg nélkülözhetetlen fogalmak, elméletek, logikai rendszerek ellen nem lehet érv az, hogy azok ma már klasszikusnak számítanak. Az ismeretek, így a kémiai ismeretek kialakulásának és kialakításának történeti jellegével, irányvonalával kapcsolatban is célszerű figyelembe venni azt, amit erről a *logika és a pedagógia* tanít, ami szerint:

— valamely tudomány történeti fejlődésének korszakai határkövek a tudományos megismerés útján; a megismerés fokozataiban az ismeretszerzés logikája tükröződik. Ezért az ismeretek kialakulásának történeti útja általában kijelöli a fogalmak kialakulásának (és kialakításának) legtermészetesebb logikai útját is.

Igaz, hogy az ismeretelmélet szerint a tudománytörténet a tévedések, a megcáfolt és megdöntött hipotézisek története, de ez csak annyit jelent, hogy ismereteink fejlődésének az iránya csak megközelítőleg és időszakonként mutat a helyes megismerés felé, mert haladás közben igen széles amplitúdójú hullámvonalat ír le. E hullám haladásának, tengelyének az iránya azonban biztosan és egyenesen a helyes megismerés felé mutat. Ha tehát a történeti megismerésben szereplő fogalmakból, fogalmi rendszerekből, hipotézisekből elhagyjuk a tévedések hullámhegyeit és hullámvölgyeit, akkor a legegyszerűsebb és leglogikusabban haladunk a helyes megismerés, helyes fogalomalkotás útján.

Ebből a már előbb más összefüggésben (a szemlélet kérdésénél) is megfogalmazott megállapítások következnek:

Az iskolai kémiaoktatásban nem Dalton elméletére van szükségünk, hanem atomelméletre, nem Bohr-modellre, hanem — esetleg — elektronkémiaira, s

hogy a kvantumkémia tartalmaz-e és milyen amplitudójú „hullámhegyeket és völgyeket”, azt csak akkor fogjuk meglátni, ha egy újabb, még tökéletesebb elmélet megjelenésével a hullámmechanikai atommodell is „történeti” jellemzővé válik majd, s ezért kémiai szemléletünket ismét „át kell értékelnünk”.

Ezek a megállapítások s a belőlük következő logikai elv akkor is helyes, ha nem egymás után következő kémiai ismeretszintek koncentrikus kialakításáról, hanem csak egyes fogalmak direkt, lineáris kiépítéséről van szó. Tegyük fel azt pl., hogy az atom kvantummechanikai fogalmát akarjuk kialakítani egy olyan képzelten egyénben, aki megfelelő fizikai és matematikai ismeretek birtokában van, de semmiféle anyagszerkezeti ismerettel nem rendelkezik. Milyen logikai rendszer szerint vezethetnénk el az illetőt a kvantummechanikai atommodellig? Valószínűleg a következő lépcsőfokon keresztül:

1. Az atom létező anyagi rendszer: minden (kémiai) anyag atomos szerkezetű.
2. Az atom két fő része az atommag és az elektronburok.
3. Az elektronburoknak meghatározott szerkezete van (elektronhéjak meghatározott számú és energiájú elektronokkal). Kiépülésének egyik lényeges jellemvonása a periodicitás (részletezés mellőzésével).
4. Az elektron hullámtermészetéből folyó következmények. Az s, p, d... pályák fizikai értelme stb.

Hogy az 1.-nél Dalton, a 2.-nál Rutherford, a 3.-nál Bohr, a 4.-nél Schrödinger neve említést kap-e vagy sem, az másodrendű; a lényeg az, hogy a mai korszerű atomfogalom kialakításának lerövidített, direkt útja sem kerülheti el az egyébként nevükkel fémjelzett fokozatok lényeges tartalmát. És végül ne feledjük, hogy a *természettudományos műveltség tartalma*, aminek a kialakításához minden természettudományos tantárgynak hozzá kell járulnia, *magában foglalja a világ természettudományos megismerésének módszertanát is* mint el-sajátított cselekvési készséget. Ez a feladat pedig csak a tudomány fejlődési útjának, módjának és a fejlődés törvényszerűségeinek a megismertetésén, alkalmazásán keresztül oldható meg. Az elhangzottak alapján a végső konklúzió lényege röviden a következőkben összegezhető:

Az általános iskolai kémiaoktatás feladata *kémiai alapműveltség* kialakítása. A kémiai alapműveltség az atomelméleti szemlélet ismeretrendszerének felel meg. Korszerűsített általános iskolai kémiaoktatásunk alapját tehát — az általános iskolai tanulók életkori sajátágaival is összhangban — a jövőben (is) az atomelméleti szemlélet ismeretrendszerének kell alkotnia. Korszerű koncepció alapján szerkesztett kémiai tantervek, korszerű kémiai tankönyvek azonban önmagukban egyedül nem elegendőek a kémiaoktatás korszerűsítéséhez, annak megvalósításához elsősorban szakmai és pedagógiai szempontból egyaránt jól felkészült tanárookra van szükség. A korszerű kémiaoktatás sikerének legelső és legfontosabb feltétele tehát az, hogy a kémiatanárok is felkészüljenek erre a feladatra szakmai, tantárgy-pedagógiai ismereteik, szemléletük fejlesztése, korszerűsítése által.

IRODALOM

1. Dr. Balázs Lóránt: Kémiaoktatásunk helyzete és fejlesztésének néhány kérdése. A Kémia Tanítása, 1973/2.
2. Pedagógia. Tanárképző főiskolai tankönyv. Tankönyvkiadó, Budapest, 1973 326 l.

Óratípusok, szervezeti formák, módszerek és óramodellek az általános iskolai kémiaoktatásban*

A kémia tantárgy-pedagógia előtt napjainkban két óriási feladat áll:

- a) korszerűsíteni kell a tartalmi anyagot és
- b) korszerűsíteni kell az oktatás módszereit.

A *tartalmi korszerűsítéssel* most nem kívánok foglalkozni. Ezen a téren is megindult a munka az Országos Pedagógiai Intézet Kémiai Tanszékének irányításával, amelyben igen tevékenyen részt vesznek a tanárképző főiskolák kémiai tanszékei is. Mindenesetre itt még igen sok problematikus kérdés van, amit csak a szakemberek széles körének vitájával és pedagógia kísérletekkel lehet eldönteni. Reméljük, hogy az 1978-as új tanterv már korszerű tananyagot fog tartalmazni.

A tartalmi korszerűsítéssel párhuzamosan meg kell oldani a *módszerbeli korszerűsítést* is. Ezen a téren valamivel előbb kezdtük meg a munkát, mint a tartalmi korszerűsítés terén, és ezért itt már eredményekről is be lehet számolni.

A továbbiakban néhány fontos és tisztázandó módszerbeli kérdéssel szeretnék foglalkozni.

Ilyen problémák: az *óratípusok* és a *szervezeti formák*, valamint a *módszerek összefüggése*, vagyis végső soron az *óramodellek* kérdései.

A didaktika mai álláspontja szerint a tanítási óra 4 típusát különböztetjük meg aszerint, hogy az órán milyen didaktikai feladatokat kell megoldani.

Ezek a következők:

- a) az új ismeret feldolgozására szolgáló óra;
- b) az új ismeretek gyakorlati alkalmazására szolgáló (gyakorló vagy munkál-tató) óra;
- c) összefoglaló, ismétlő-rendszerező óra;
- d) ellenőrző óra.

Az ún. *vegyes* típusú óra elnevezés értelmét vesztí, ha meggondoljuk, hogy minden órán megvannak bizonyos mértékben az összes didaktikai feladatok, de a döntő az, hogy melyik feladat az alapvető, a domináló az órán, és e szerint történik az elnevezés.

Pl. szinte minden új ismeretfeldolgozó órán végzünk bizonyos fokú gyakorlást, ismétlést, sőt ellenőrzést is; a gyakorlóórákon is történik ismétlés, ellenőrzés és még egy kevés új ismeretfeldolgozás is, de ugyanez vonatkozik az ismétlő-rendszerező órákra is. Tehát vagy minden óra vegyes típusú, vagy nincs értelme a vegyes típusú elnevezésnek.

Az általános iskolai kémiaoktatásban az 1973-as tananyagcsökkentést figyelembe véve az óratípusok aránya hozzávetőlegesen a következő (7—8. osztályt összevonva és kerekítve!):

* Elhangzott a kémiatanárok VI. Országos Konferenciáján. (Eger, 1974. június 23—26.)

Óratípus	Évi óraszám (kb.)	Százalék %
a) új ismeretet feldolgozó	41	63
b) gyakorló, munkáltató	10	15
c) összefoglaló, ismétlő	8	12
d) ellenőrző, értékelő	5	7
Órán kívüli munka (üzemlátogatás)	2	3
Összesen	66	100

A táblázat azt mutatja, hogy a tananyagcsökkentés és a reprodukív tanuló-kísérletek megszűnése következtében jónak mondható az összefoglalásra és ellenőrzésre fordítható órák aránya. Talán még a gyakorlásra lehetne további órákat beiktatni az új ismeretet feldolgozó órák rovására. Ideális lenne kb. 50% új ismeretet feldolgozó óra (ez kb. 33 órát jelentene évente), és akkor kb. 18-ra, több mint 25%-ra növekedne a gyakorlóórák száma; a további 25% a többi óratípusra és az üzemlátogatásra maradna.

A 4 alapvető óratípust azonban még tovább lehet osztályozni, mert ugyanaz a didaktikai feladat a különböző osztályok, a különböző anyagrészek esetén *el-
térő szervezeti és módszerbeli feldolgozást igényel.*

A tanórán belül 3 szervezeti formát különböztetünk meg:

- a) frontális osztálymunka (a tanár az egész osztállyal egyszerre foglalkozik);
- b) csoportmunka (az osztály csoportokra osztva, részben önállóan dolgozik);
- c) egyéni (individualizált) munka (a tanuló teljesen önállóan dolgozik).

A legalapvetőbb a frontális osztálymunka, mert csak erre épülhet a jó csoportmunka vagy egyéni munka. Ezen az órán tanulják meg a tanulók a kísérletezés elemeit, a kísérletek helyes elemzését stb., és csak ezután tudnak részben önállóan vagy teljesen önállóan dolgozni.

A frontális osztálymunka állandó alkalmazása viszont nem hozza meg a kívánt eredményt, ezt több kísérlet is igazolja. A frontális osztálymunkára alapozva kémiaoktatásunkban egyre nagyobb teret kap a csoportmunkában történő új ismeretfeldolgozás.

Nagy Sándor ezzel kapcsolatban a következőket írja: „A csoportmunka... új ismeretek feldolgozását is lehetővé teszi olyankor, amikor ehhez a részben önálló ismeretfeldolgozáshoz a pedagógiai feltételek adva vannak...”

„... az ilyen jellegű munka alapvető feltétele, hogy elvileg analóg feldolgozást a kollektív osztálymunka során közvetlen tanári vezetéssel már láttak a tanulók, így a csoportmunka lehetségessé válik viszonylag önálló ismeretfeldolgozással a tantárgy más részleteiben.” (N. S. Did. 155. old.)

A kémiaoktatásban az analógiára igen sok példa hozható. Csak egyet említenék meg.

Pl. a 8. osztályban a *bázisok témakörében* az órák az alábbiak szerint követik egymást:

1. óra: A nátrium, nátrium-oxid, nátrium-hidroxid.
2. óra: A nátrium hatása vízre.
3. óra: A nátrium-hidroxid tulajdonságai, ipari előállítás.
4. óra: A kalcium, kalcium-oxid, kalcium-hidroxid.
5. óra: A kalcium hatása vízre.

Nyilvánvaló, hogy a 4. óra teljesen analóg az 1. órával, az 5. óra a 2. órával és magától értetődően az 1—2—3. órát frontális osztálymunkában, közvetlen tanári vezetéssel a demonstrációs kísérletezés és a beszélgetés módszerének összekapcsolásával fogjuk vezetni; addig a 4—5. órát csoportmunkában lehetőleg a

munkalapos és a tanulókísérletező módszer összekapcsolásával vezetjük. Itt fontos követelmény, hogy veszélymentes kísérletek legyenek.

Az egyéni munka hasonló esetekben végezhető, mint a csoportmunka; főleg akkor vezet célhoz, ha a tanulók már sok előzetes ismerettel rendelkeznek. Így nagyon javasolható a 8. osztályban A sók című fejezet egyéni munkára, mert itt igen sok előzetes ismeret szerepel már.

Az egyéni munkára legalkalmasabb a programozott anyaggal és egyéni tanulókísérlettel összekapcsolt módszer (lásd Vanyek Béla munkáit).

Döntő tényező az, hogy a szervezeti formákat is változtassuk a szükségnek megfelelően.

Itt hívnám fel a figyelmet egy nagyon fontos 4. változatra, éspedig a különböző szervezeti formák egy órán belüli váltakozására vagy ciklikus váltakozására.

Erre jó példa a 8. osztályból A sósav című anyagrész. Az óra első részében a tanulók frontális osztálymunkában demonstrációs kísérlettel feldolgozzák a sósav előállítását, tulajdonságait stb., az óra második részében csoportos munkában (a kénsav analógiájára) feldolgozzák a Fémek oldása sósavban című részt. Itt 3 csoport 3 különböző feladatot is kaphat.

Pl. az A) csoport megvizsgálja, hogyan oldódik a vas	} híg sósavban.
a B) csoport megvizsgálja, hogyan oldódik az alumínium	
a C) csoport megvizsgálja, hogyan oldódik a réz	

Ezek viszonylag veszélytelen kísérletek, munkalappal irányíthatók. A kísérlet elvégzése után megtörténik a közös megbeszélés, minden csoport beszámol a kísérlet eredményéről.

A gyakorlóórákon az egész órai frontális osztálymunka nem érvényesülhet, az ellenőrző órákon pedig kizárólag egyéni munka kell hogy folyjon. Így — ha az órátípusokat a szervezeti formákkal összevetjük — az alábbi táblázatot kapjuk.

Az órátípusok és a szervezeti formák összehasonlítása

Új ismeret feldolgozása	Gyakorlás	Összefogl.-ism.	Ellenőrzés
A	—	A	—
B	B	B	—
C	C	C	C
D	D	D	—

Jelmagyarázat:

A: Frontális osztálymunka.

B: Csoportmunka.

C: Egyéni (individualizált) munka.

D: A frontális osztálymunka, csoportmunka és az egyéni munka egy órán belüli váltakozása.

(Egy órán belül nem szükséges mindháromnak meglenni; lehet csak

A + B
vagy A + C
vagy B + C;

de lehet mindhárom is: A + B + C;
sőt a ciklikus változás is, pl. egy órán

A + B + A + B vagy

A + B + A + C vagy

A + C + B + C stb.

De nemcsak a szervezeti formák, hanem a *módszerek* is váltakoznak minden egyes órán. Így dolgozhatunk előadó módszerrel (elbeszélés, magyarázat), beszélgető módszerrel, tanári demonstrációs kísérletekkel, tanulókéísérletekkel, munkalapokkal, programmal, tankönyvvel, mindezeknek az összes lehetséges kapcsolódásával, alkalmazhatjuk a különböző vizuális és audiovizuális eszközöket és a szemléltetés más különböző módjait stb. Ez vonatkozik az összes óratípusra, természetesen különböző mértékben, legkevésbé az ellenőrző órára.

Az elmondottak alapján talán világossá vált, hogy a didaktikai feladatok által alapvetően meghatározott óratípus rendkívül gazdag variációt mutat. Ezeket az *óratípusokon belül variációkat nevezzük óramodelleknek*. Tehát 4 óratípus van, de ezeken belül nagyon sokféle óramodell. Szinte minden egyes órát más-más óramodell szerint kell felépíteni, és ez nagyon jó, mert sem a tanár, sem a tanuló részére nem válik unalmassá, sablonossá a munka, a tanítás-tanulás mindig érdekes, izgalmas feladatot jelent.

Természetesen az egyes óramodellek kidolgozása nem önkényesen történik, ezt már eleve determinálják a következők:

- a) a soron következő tananyagrészt;
- b) az osztály sajátos összetétele;
- c) a tanulók életkori sajátosságai;
- d) a szertár állománya;
- e) a tanár pedagógiai kulturáltsága stb.

Mindig a *legcélravezetőbb modellt kell kiválasztani*, figyelembe véve persze a lehetőségeket. De a legcélszerűbb modell nem mindig a programozás vagy a munkalap, remélem, ez az elmondottakból már kitűnt.

Az összes lehetséges modellt természetesen nem is lehetne kidolgozni, csak a néhány legfontosabb modellt szeretném felsorolni az új ismeret feldolgozó órák típusából. Ezek a következők:

1. Bevezető órák (az év vagy egyes fejezet első órái, jellemzője a beszélgetés).
2. Frontális osztálymunkában történő újismeret-feldolgozás, amelynek jellemzője a demonstrációs tanári kísérlet és a beszélgetés összekapcsolása (pl. Na, Na₂O, NaOH).
3. Frontális osztálymunkában történő újismeret-feldolgozás, amelynek jellemzője a magyarázat és a beszélgetés összekapcsolása. Általános kémiai fogalmak tanításánál (pl. vegyérték, anyagmegmaradás törvénye stb.) használjuk.
4. Frontális osztálymunkában történő újismeret-feldolgozás, amelynek jellemzője a magyarázat és szemléltetés összekapcsolása (filmvetítés, dia stb.). Pl. technológiai folyamatok (vasgyártás stb.) tanításánál alkalmazzuk.
5. Csoportmunkában történő ismeretfeldolgozás. Jellemzője: a munkalap és tanulókéísérlet összekapcsolása vagy a beszélgetés és tanulókéísérlet összekapcsolása [pl. Ca, CaO, Ca(OH)₂].
6. Önálló munkában történő ismeretfeldolgozás. Jellemzője a program és tanulókéísérlet összekapcsolása, pl. a sók (8. o.), a szénhidrátok (7. o.).
7. Az önálló, a csoportos és a frontális osztálymunka egy órán belüli váltakozásai különböző módszerek kombinálásával, pl. a frontális osztálymunkánál demonstrációs kísérlet, a csoportos vagy egyéni munkánál tanulókéísérlet. Az egész óra vezérelhető munkalappal. (Így feldolgozhatók pl. a vízben oldódó bázisok stb.)

De ezeken kívül még igen sok modell elképzelhető itt és a többi órátípusnál is, ezeket most nem részletezzük.

A tanmenetek összeállításánál az elmondottakat figyelembe véve fel kellene tüntetni az óra tárgyát, az óra típusát, a szervezeti formákat, a domináló módszereket és a megjegyzésben a szemléltetést (pl. a filmvetítést stb.). A nevelési célt minden órára előre teljesen felesleges feltüntetni.

Összefoglalva: az elmondott és el nem mondott módszertani kezdeményezéseket, próbálkozásokat a legnagyobb örömmel lehet és kell üdvözölni, hozzá-téve, hogy egyetlen módszer vagy szervezeti forma egyeduralgkodóvá tétele sem helyes.

A módszerbeli korszerűség nem azt jelenti, hogy a hagyományos jó módszereket és magát a frontális osztálymunkát is teljesen elhagyjuk. A feladat minden téren a megfelelő arányok kimunkálása. Ezt a felfogást tükrözi az UNESCO 1968-as várnai konferenciájának határozata, amely kimondta, hogy: „... amennyiben a hagyományos és programozott oktatás helyes arányait sikerül kimunkálni, akkor feltétlenül hatékonyabb eljárás birtokába jutunk, mintha csak programozott anyagokkal vagy csak hagyományos módszerekkel végeznék pedagógusaink oktató-nevelő munkájukat”.

Tehát csakis a módszerbeli és szervezeti változatosság hozza meg a kívánt eredményt, mert állandóan használva a legjobb módszer is sablonos, unalmas lesz tanárnak, diáknak egyaránt.

Arra kell törekednünk, hogy minél többfajta óramodell alkalmazásával óráinkat érdekessé, vonzóvá tegyük, így az eredmény nem fog elmaradni.

Dr. HUTTER ANNA
szakfelügyelő, Budapest

Együttműködés

(Tapasztalatok az 1974. évi egyetemi felvételi vizsgákról)

A Művelődésügyi Minisztériumnak az az intézkedése, mely szerint az 1974. évi egyetemi-főiskolai felvételi bizottságokban középiskolai tanárok is részt vesznek, régi kívánságok megvalósítását tette lehetővé. Az a tény pedig, hogy a fárasztó, sok feladattal terhes 1974-es tanév végén mégis örömmel és nagy érdeklődéssel vettek részt a középiskolai tanárok ebben a munkában is, jelzi a rendelkezés szükségességét.

A Fővárosi Tanács Művelődésügyi Főosztályának megbízása alapján így vált lehetővé számomra is, hogy az Eötvös Loránd Tudományegyetem Természettudományi Karán a fizika-kémia szakon működő felvételi bizottság munkájában részt vegyek.

Remélhetőleg ez az együttműködés a kísérleti jellege után további korszerűsítéssel egyre több lehetőséget nyújt majd számos feltételezés eloszlatására és a téves elképzelések tisztázására.

Évek óta kialakult s a tananyagcsökkentés óta egyre többet hangoztatott vélemény, hogy nem elegendő a tantervi anyag ismerete az eredményes felvételi vizsgához.

A bizottságban végzett megfigyelés tehát több szempontból volt eredményes és hasznos, s az oktatómunkában ezeket a tapasztalatokat értékesíteni kell.

Beszámolómban kizárólag a *szaktárgyi kérdéseket* vizsgálom a pályaválasztás bonyolult problémáinak érintése nélkül.

Az írásbeli és szóbeli vizsga feladatainak ismertetésével a további munkához kívánunk segítséget adni.

Az írásbeli vizsga feladatai

1. Szerkessze meg az alábbi szénhidrogén gyökcsoporthoz képletét:
2,2,4-trimetil-pentán.
2. Hogyan különböztetné meg egymástól az alábbi vegyületeket:
etilén
etán (rövid válasz, illetve reakcióegyenlet).
3. Írja fel három olyan nitrogéntartalmú vegyület képletét, amely közönséges körülmények között gázhalmazállapotú. Tüntesse fel, hogy közülük melyek oldódnak vízben, és oldataik milyen kémhatásúak.
4. Írja fel azoknak a szénhidrogéneknek a nevét és szerkezeti képletét, amelyek általános képlete: C_nH_n .
5. Al_2O_3 olvadáskor elektrolízisekor 24 m^3 1 atm. nyomású 20°C -os O_2 keletkezett. Mennyi Al vált ki ugyanennyi idő alatt?
6. Válassza ki az alábbi gázok közül azt a kettőt, melynek 1 g-ja a legtöbb, illetve a legkevesebb atomot tartalmazza.
 CO_2 , NH_3 , CH_4 , C_2H_4 .
7. Egy NaOH- és egy KOH-oldat vegyes %-ban kifejezett koncentrációja megegyezik. Adott mennyiségű sósavoldat melyik lúgoldatból közömbösít nagyobb térfogatot? (Egyenlet, indokolás.)
8. Az etilén polimerizációja exoterm folyamat. Melyik esetben szabadul fel több hő, ha azonos tömegű etilént vagy ha polietilént égetünk el. Válaszát röviden indokolja.
9. Írjon le különböző lehetőségeket a NaCl-ből és $CaCO_3$ -ból álló keverék összetételének megállapítására. (Írja le a meghatározások elvét és a reakcióegyenleteket.)
10. Hogyan állítanak elő földgázból butadiént? Írja fel a reakcióegyenleteket gyökcsoporthoz képletekkel.
11. Feloldottunk 1000 g vízben 1 g-molekulasúlynyi NH_4Cl -ot. Jelölje meg azokat az oldatra vonatkozó állításokat az alábbiak közül, amelyek megfelelnek a valóságnak:
a) a vízmolekulák száma > az NH_4^+ -ionok számánál,
b) az NH_4^+ -ionok száma < a Cl^- -ionok számánál,
c) a OH^- -ionok száma = a H^+ -ionok számával,
d) a Cl^- -ionok száma = a H^+ -ionok számával,
e) a OH^- -ionok száma = az NH_4^+ -ionok számával.
12. 400 ml 25 súly%-os $CuSO_4$ -oldatból, melynek sűrűsége 1,19 g/ml, hűtés hatására 51 g szilárd só kristályosodik ki. Fejezzük ki a maradék oldat töménységét százalékban.
13. Egy gázelegy metánt, oxigént és szén-monoxidot tartalmaz. A gázelegy térfogata normál állapotban 1100 ml. A gázelegyen elektromos szikrát üttetünk át. A víz lecsapódása után a gázelegy összetétele: 400 ml CO_2 és 125 ml oxigén. Határozza meg a gázelegy eredeti összetételét.
14. Cu-, Mg-, Al-porból álló keverék 1,11 g-ját NaOH-oldattal reagáltatva, 120 ml 20°C -os 1 atm. nyomásnál H_2 -gáz keletkezik. Az eredeti porkeverék 1,11 g-ja 8,295 ml 20 súly%-os, 1,1 g/ml sűrűségű HCl-oldattal is reagál. Határozzuk meg a keverék összetételét.
Cu : 63,5 Mg : 24 Al : 27

A szóbeli vizsga tételei

A mesterséges szén

A szén oxidjai

Atomsúly, molekulasúly, g-atomsúly és g-molekulasúly fogalma

Az anyagmegmaradás törvénye

A hidrogén

A kénsav

A nitrogén oxidjai. A salétromsav

A foszfor és vegyületei

A valódi oldat fogalma. Az oldás. A súly% fogalma
 A szilárd halmazállapot atomszerkezeti értelmezése
 Az atom, az atommag szerkezete
 A fémek általános jellemzése. Az alumínium
 A vízkeménység
 A karbonsavak általános jellemzése. Az ecetsav
 A telítetlen szénhidrogének
 A gumi és a műgumi
 Az alkoholok

A további felsorolás talán nem szükséges, mert így is látható, hogy a *tételek* — a tananyagcsökkentés figyelembevételével — *kizárólag a középiskolai tananyagot ölelik fel.*

Vizsgáljunk néhány, a tételek kifejtése során felvetett kérdést.

- Mire szűkül le az anyagmegmaradás törvénye a kémiában?
- Mi a szerepe a kénsavnak az észterképzésben?
- Mi az oka annak, hogy a kémiai reakciók energetikai változásokkal járnak?
- Hogyan függ össze a disszociáció a hígítással?
- Hogyan lehetne a foszforsav disszociációját növelni?
- Brómos vízbe etánt, etilént vezetünk, benzolt öntünk. Melyik esetben színtelenedik el a brómos víz?
- 2 súly%-os oldat hány vegyes %-os?
- O_2 , N_2 , CO_2 gázpalackokból egy bizonyos mennyiséget kiengedünk. Változik-e a nyomás?
- Hol hasznosítható az alumínium amfoter tulajdonsága?
- Mi a közös vonás az alábbi reakcióknál:

HCl szintézise,

$Na + H_2O$ reakciója,

etilalkohol oxidációja?

- Aldehidből lehet-e alkoholt előállítani?
- Hogyan értelmezi a $CuSO_4 + Fe$ reakcióját?

Ez utóbbi kérdést pl. a vizsgabizottság akkor tette fel, amikor a tanuló a redoxi folyamatok fogalmát az oxidációsállapottal értelmezte. Az említett reakciót azonban nem sikerült a tanulónak tisztáznia. Ezekre a kérdésekre, ha nem is mindig hibátlan, de nagyon figyelemreméltó válaszokat adtak a vizsgázók.

A felvételi vizsgabizottság legfőbb törekvése s egyben követelménye a *gondolkodásmód* és a *problémamegoldó készség* vizsgálata volt.

Ezt azért szükséges hangsúlyozni, mert az eredményes felvételi vizsgához nem a nagy ismerethalmazból kell egyre többet elsajátíttatni, hanem a helyes kémiai szemléletmód kialakítására kell törekedni.

A jelenlegi tantervmódosítás éppen arra ad lehetőséget, hogy a szerkezet és tulajdonság összefüggéseit feltárva, korszerű *alapfogalmakat* tanítsunk. Az alapfogalmakat azért szeretném kiemelni, mert óralátogatások alkalmával számos esetben tapasztaljuk, hogy szaktanáraink — merő jószándékból — a tantervi anyagon túlmenően olyan kérdéseket tárgyalnak, amelyek csak emlékeztettherelőek, s nem szolgálják a gondolkodás fejlesztését.

A tantervet nem szükséges tehát feltétlenül túllépni, hanem az előírt anyagból kell tanulóinkat gondolkodásra tanítani.

A felvételi vizsgán nem az volt a döntő, hogy *mennyit* tud egy-egy tanuló, hanem az, hogy *hogyan* tudja az ismereteit alkalmazni, az összefüggéseket, problémákat felismerni.

Hiányos, korszerűtlen alapfogalmi ismeret persze oka lehet a sikertelenségnek.

A vizsgáztató egyetemi oktatók ismerik az előírt középiskolai tananyagot, s a tananyagcsökkentési rendelkezéseket is következetesen figyelembe veszik.

A kialakított jó vizsgalétkör, a megértő segítőszándék csökkentették a vizsga izgalmait.

Számos probléma megbeszélésére is lehetőséget adott a közös munka, s igen eredményesnek mondhatjuk ezt az oktatáspolitikai intézkedést is.

KÖNYVISMERTETÉS

Balázs Lóránt: „A kémia története” (Gondolat, 1975. 2., átdolgozott és bővített kiadás)

A XX. század embere számára hétköznapivá és megszokottá vált, hogy otthonát gázzal fűtse, autóját benzinnel üzemeltesse, vagy műszálból készített ruháját felvegye. Természetesen fogadja el a modern kémia eredményeit, s ugyanakkor nem gondol arra, hogy pár száz évvel ezelőtt gondot okozott annak megfejtése, hogy miből áll a víz vagy a levegő, s mi az égés. A szerző bemutatja azt a kanyargós és göröngyös utat, amelyet a vegyészet tudománya megtett az őseMBER primitív ismereteitől a modern kémiáig. Foglalkozik az ókori egyiptomiak, görögök, rómaiak, később pedig a kínaiak és hinduk, a japánok kémiai ismereteivel. Tárgyalja az alkímia, a jatrokémia korát, és részletesen elemzi azokat az elméleteket (flogiszon-, oxigén-, vis vitalis-elmélet stb.), amelyek e tudomány fejlődését elősegítették vagy gátolták. Az elméleti tudományos felfedezések mellett minden korban kitér a gyakorlati élet, az ipar számára fontos felfedezésekre is, s feltárja a kettő közötti kapcsolatokat. A modern vegyészetet tárgyaló részekben ismerteti az atomszerkezeti kutatásokat, a legújabb felfedezéseket, a kémiai kötésre, a reakciókra vonatkozó ismeretek fejlődését. A XX. század felfedezéseit a kémiai Nobel-díjasok munkáin keresztül mutatja be, így a fizikai kémiától a biokémiáig áttekinti a kémia területét.

Az egyes korok ismertetése mellett képet ad a kutatók küzdelmes munkájáról, és ír azokról a vitákról is, amelyek egy-egy felfedezés kapcsán fellángoltak. A felfedezések történetét színesen eleveníti meg, s a könyv olvasmányos stílusa alkalmassá teszi a kémiát tanuló diák, a diákot oktató pedagógus vagy a kémia iránt csupán érdeklődő olvasók számára egyaránt. Az életrajzi lexikon, a felfedezések pontos adatai jelentősen hozzájárulnak a könyv felhasználhatóságához. A második kiadásban elsősorban a modern kémia fejezetei bővültek, de a magyar kémiatörténeti részek is kiegészültek.

Balla Gizella

Dr. Pataki László—dr. Hutter Anna: Félmikrokémiai kísérletek

A szerzők az előszóban kifejtik, hogy a kémiaoktatáshoz szükséges kísérletező technikával foglalkozó tankönyveinkben, tanári segédkönyveinkben a kísérletek részletes leírása, a megjelölt anyagmennyiségek hagyományos makroméretekre vonatkoznak. Nagyszámú tanuló önálló munkáját biztosító aktív kísérleteztetés azonban ezzel a módszerrel nem oldható meg. (Költséges és balesetveszélyes.) A kémiaoktatás korszerűsítése szükségessé teszi a kísérletezőmunka szerkezeti átalakítását, és a legeredményesebb fejlődést ezen a téren a félmikrotechnika bevezetése jelenti. Ehhez kívánnak segítséget nyújtani mind a félmikrotechnika alkalmazási lehetőségeinek a részletes áttekintésével, mind a jelentős számú (176) kísérlet pontos leírásával.

A könyv két fő részre tagolódik:

- I. A félmikrotechnika módszertana
- II. Félmikrokémiai kísérletek

Az első rész hasznos módszertani és gyakorlati tanácsokat tartalmaz, amelyek a tanulókísérleti órák levezetésén túl kitérnek a kísérleti eszközök tárolására, tisztítására, sőt felhívják a figyelmet a félmikrotechnikával vezetett órákon előforduló hibák lehetőségeire is. Fő értéke ezeknek a tanácsoknak, hogy gyakorlatban kipróbált kísérletek tapasztalataiból fakadnak.

A második részben 176 db félmikrokémiai kísérlet leírását találjuk a következő felosztás szerint:

Szervetlen kémiai kísérletek

Kísérletek nemfémes elemekkel és vegyületeikkel

Kémiai fogalmak szemléltetése,

Kolloid rendszerek előállítása

Kísérletek fémekkel és vegyületeikkel

Szerves kémiai kísérletek

A szénvegyületek alkotórészeinek kimutatása.

Szénhidrogének

Ipari modellkísérletek félmikro méretben

A szénhidrogének halogénszármazékai.

Az alkoholok fizikai-kémiai sajátosságai

Aldehidek, ketonok, éterek

Savak

Észterek

Szénhidrátok

Nitrogéntartalmú vegyületek

Fehérjék

Gyűrűs szénhidrogének és vegyületeik

Műanyagok

A kísérletek rövid, precíz leírásához áttekinthető ábrák csatlakoznak.

A könyv valóban nagy segítséget nyújt a kevés anyaggal megvalósítható, munkavédelmi szempontból biztonságos tanulókísérleteztetésen keresztül, az általános és középiskolai kémiaoktatás korszerűsítéséhez.

Dr. Szereday Éva

kémiai fejtörő



FELADATOK

1. 143 gramm nátrium- és kálium-hidrogén-karbonát-por keverékét kiizzítjuk. A keverék tömege 46,5 grammal csökkent az izzítás befejezése után. Számítsuk ki, hány százalékos volt a keverék összetétele! (Na 23, K 39, C 12.)
2. Hány gramm metil-alkohol állítható elő 15 liter 300 °C-os és 250 atm nyomású szintézisgázból?

3. Állapítsuk meg hogy az alábbi alumíniumötvözet hány százalék rézet tartalmaz ! Az ötvözet 1 grammját oldjuk fel kénsav-salétromsav keverékében. A betöményített savas oldatból 2 volt egyenfeszültséggel platina hálóra válasszuk ki a rézet. A platina háló súlynövekedése 0,045 gramm.
4. Cink-, réz- és ezüstforgácsok keverékéből állítsunk elő olyan oldatot, amelyben mindhárom fém ionja disszociáltan van jelen, majd mutassuk ki jelenlétüket !

Az 1974/5. szám feladatainak megoldásai

1. A vízgőz móltérfogata 100 °C-on 1 atm nyomáson:

$$\frac{22,41 \cdot 1}{273} = \frac{V \cdot 1}{373} \quad V = \frac{22,41 \cdot 373}{273} = 30,6 \text{ liter}$$

30,6 liter 100 °C-os 1 atm nyomású vízgőz 18 g
 10 000 liter 100 °C-os 1 atm nyomású vízgőz x g

$$x = 5882 \text{ g}$$

18 g 100 °C-os 1 atm vízgőz lecsapódásakor 9,73 kcal szabadul fel
 5882 g 100 °C-os 1 atm vízgőz lecsapódásakor x kcal szabadul fel

$$x = 3179 \text{ kcal}$$

1 g 100 °C-os víz 0 °C-ra való lehűlésekor 0,1 kcal szabadul fel
 5882 g 100 °C-os víz 0 °C-ra való lehűlésekor x kcal szabadul fel

$$x = 588 \text{ kcal}$$

Tehát a gőz lecsapódásakor 3179 kcal szabadul fel
 A 100 °C-os víz lehűlésekor 588 kcal szabadul fel

$$\text{összesen} \quad 3767 \text{ kcal}$$

18 g 0 °C-os jég megolvasztásához kell 1,44 kcal
 x g 0 °C-os jég megolvasztásához kell 3767 kcal

$$x = 47 \text{ 100 g}$$

Tehát 47,1 kg jég olvad meg.

2. $\text{BaCl}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{BaSO}_4 + 2\text{HCl}$

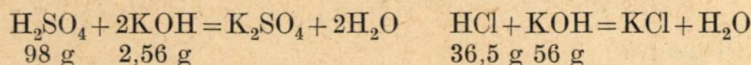
$$98 \text{ g} \quad 233 \text{ g}$$

A 23,15 ml oldat tömege $23,15 \cdot 1,08 \text{ g} = 25 \text{ g}$

98 g H_2SO_4	233 g BaSO_4	100 g oldatban	11,2 g KOH
x g H_2SO_4	4,66 g BaSO_4	25 g oldatban	x g KOH

$$x = 1,98 \text{ g } \text{H}_2\text{SO}_4$$

$$x = 2,8 \text{ g KOH}$$



98 g H_2SO_4 -at semlegesít 2,56 g KOH
 1,98 g H_2SO_4 -at semlegesít x g KOH

$$x = 2,23 \text{ g KOH}$$

A kénsav semlegesítéséhez szükséges 2,23 g KOH, a sósav semlegesítésére marad $2,80 - 2,23 \text{ g} = 0,57 \text{ g KOH}$

$$\begin{array}{ll} 36,5 \text{ g HCl-at semlegesít} & 56 \text{ g KOH} \\ x \text{ g HCl-at semlegesít} & 0,57 \text{ g KOH} \end{array}$$

$$\begin{array}{ll} x = 0,36 \text{ g HCl} & \\ 250 \text{ ml oldatban} & 1,96 \text{ g H}_2\text{SO}_4 \\ 100 \text{ ml oldatban} & x \text{ g H}_2\text{SO}_4 \end{array}$$

$$x = 0,784 \text{ v\%-os H}_2\text{SO}_4 \text{ oldat}$$

$$\begin{array}{ll} 250 \text{ ml oldatban} & 0,36 \text{ g HCl} \\ 100 \text{ ml oldatban} & x \text{ g HCl} \end{array}$$

$$x = 0,144 \text{ v\%-os HCl oldat}$$

3. A harmadik feladat — sajnálatos tévedés következtében — azonos az 1974/6. számban közölt 2. feladattal. Megoldása az alábbiakban, a 6. szám feladatainak megoldásai között található.

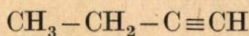
4. a) $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{OH} + \text{cc. HBr} \rightarrow \text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{Br}$

b) $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{OH} + \text{cc. H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2=\text{CH}_2$

c) mint b), majd $+\text{Br}_2 \rightarrow \text{CH}_3-\text{CH}_2-\underset{\text{Br}}{\underset{|}{\text{CH}}}-\underset{\text{Br}}{\underset{|}{\text{CH}_2}}$

alkoholos KOH-val

melegítve



d) fém káliummal

e) óvatos oxidációval

f) erősebb oxidációval

g) mint b), majd katalitikus hidrogénezés.

Az 1974/6. szám feladatainak megoldásai

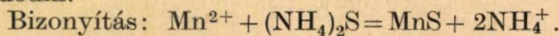
1. A sósavoldatba helyezett fém 1,648—1,588 g = 0,06 g hidrogéngázt fejleszt.

A 0,06 g H_2 egyenértéke $\frac{0,06}{1} \text{ H}_2$, amelyet $\frac{0,06}{1}$ egyenértékű fém szabadított fel.

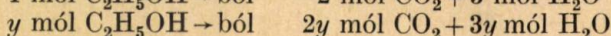
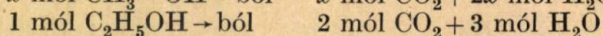
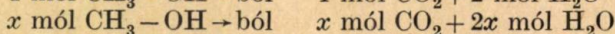
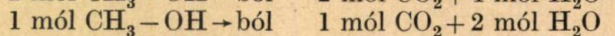
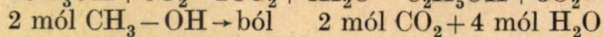
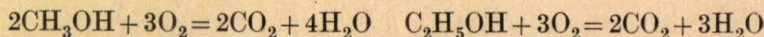
0,06 egyenérték fém = 1,648 g

$$1 \text{ egyenérték fém} = \frac{1,648}{0,06} = 27,46 \text{ g}$$

Ha feltételezzük, hogy $A = E$ (atomsúly = egyenértéksúly), akkor csak egy vegyértékű fémről lehet szó, de ilyen fémet nem ismerünk. Ha $A = 2E$, azaz $A = 2 \cdot 27,46 = 54,92$, akkor a fémnek két vegyértékűnek kell lennie. Ilyen fém a mangán. A mangán atomsúlya 54,9, vegyértéke kettő, és híg savakban oldódik.



2. Az égés reakcióegyenlete:



$$1,7(x - 2y) = 2x + 3y$$

$$1,7x + 3,4y = 2x + 3y$$

$$4y = 3x$$

$$\frac{y}{x} = \frac{3}{4} \text{ a mólszámok aránya, } y = \frac{3}{4} x$$

Ebből következik:

0,75 mól C_2H_5OH -ra 1 mól CH_3-OH jut.

Így	$0,75 \cdot 46 + 32$	100%
	<u>32</u>	<u>B%</u>

$$B = \frac{32 \cdot 100}{0,75 \cdot 46 + 32} = \frac{3200}{66,5} = 48,12\%$$

Tehát az elegy 48,12%-os metil-alkoholra.

3. a) A 6 liter etanol tömege:

$$m = V \cdot d = 6 \cdot 0,78 \cdot 10^3 = 4,68 \text{ kg}$$

A 2 liter benzol tömege:

$$m = 2 \cdot 0,88 \cdot 10^3 = 1,76 \text{ kg}$$

A 8 liter elegy tömege: $4,68 + 1,76 = 6,44 \text{ kg}$

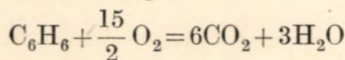
Tehát az elegy sűrűsége:

$$d = \frac{m}{V} = \frac{6,44}{8} \text{ kg/dm}^3 = 0,805 \text{ g/cm}^3 = 0,805 \text{ g/ml}$$

b) Az etanol égése: $CH_3-CH_2-OH + 3O_2 = 2CO_2 + 3H_2O$

46 g-hoz 3,22,41 liter oxigén szükséges 0 °C-on és 1 atm nyomáson.

A benzol égése:



78 g-hoz kell $\frac{15}{2} \cdot 22,41$ liter normálállapotú oxigén

a) pont szerint 1 liter elegy tömege: $1000 \cdot 0,805 = 805 \text{ g}$.

Ebben a 805 g elegyben van x g etanol,

ha 6440 g elegyben van 4680 g etanol,

1 liter elegyben tehát van

$$x = \frac{4680 \cdot 805}{6440} = 585 \text{ g etanol}$$

$$y = 805 - 585 = 220 \text{ g benzol}$$

585 g etanol elégetéséhez kell x liter oxigén, ha

46 g etanol elégetéséhez kell 3,22,41 liter oxigén

$$x = 854,9 \text{ liter oxigén}$$

220 g benzol elégetéséhez kell y liter oxigén, ha

$$78 \text{ g benzol elégetéséhez kell } \frac{15}{2} \cdot 22,41 \text{ l oxigén}$$

$$y = \frac{220 \cdot 15 \cdot 22,41}{78 \cdot 2} = 474,05 \text{ liter oxigén}$$

1 liter elegy elégetéséhez kell összesen: $854,9 + 474,05 = 1328,95$ liter oxigén.

Ötször ennyi levegő: $1328,95 \cdot 5 = 6644,75 \text{ liter} = 6,65 \text{ m}^3 \text{ levegő}$.

ÉRTESÍTÉS

Felhívjuk a középiskolában tanító kémia tanárok figyelmét: 1975. június 23—28. között az OPI Kémia Tanszéke és az Országos Szakfelügyeleti és Továbbképzési Központ Budapesten központi továbbképzési tanfolyamot tart. (Helye: ELTE, Szervetlen és Analitikai Kémiai Tanszék, Bp. VIII., Múzeum krt. 4/b.)

A tanfolyamon a szakfelügyelőkön kívül megyénként két-két kartárs vehet részt hivatalosan. Ezenfelül az előadásokon és a gyakorlatokon minden érdeklődő kémia tanár részt vehet, de számukra szállást biztosítani, költségeket téríteni nem tudunk.

СОДЕРЖАНИЕ

Д-р Л. Балаж: Объяснение химических процессов	33
Д-р И. Корчмарош: Аспект и современность в преподавании химии начальных школ	47
Д-р Т. Шарик: Типы уроков, организационные формы, методы и модели уроков в преподавании химии начальных школ	54
Д-р А. Хутер: Кооперация (Опыты в связи вступительных экзаменов в университеты 1974-г.)	58
О книгах	61
Химическая головоломка	62

INHALT

Dr. Balázs, Lóránt: Erläuterung der chemischen Vorgänge	33
Dr. Korcsmáros, Iván: Anschauung und Modernität im Chemieunterricht der Grundschulen	47
Dr. Sárík, Tibor: Studententypen, Organisationsformen, Methoden und Stundenmodelle im Chemieunterricht der Grundschulen	54
Dr. Hutter, Anna: Zusammenarbeit (Erfahrungen der Universitäts-Aufnahmeprüfungen im Jahre 1974)	58
Bücherschau	61
Chemierätsel	62

CONTENTS

Dr. L. Balázs: Interpretation of chemical processes	33
Dr. I. Korcsmáros: Modern aspects in chemistry teaching at elementary schools ..	47
Dr. T. Sárík: Types of classes, organization forms, methods and model-classes in the chemistry teaching of elementary schools	54
Dr. A. Hutter: Cooperation (Experiences in university entrance examinations, in 1974)	58
On books	61
Chemical puzzles	62

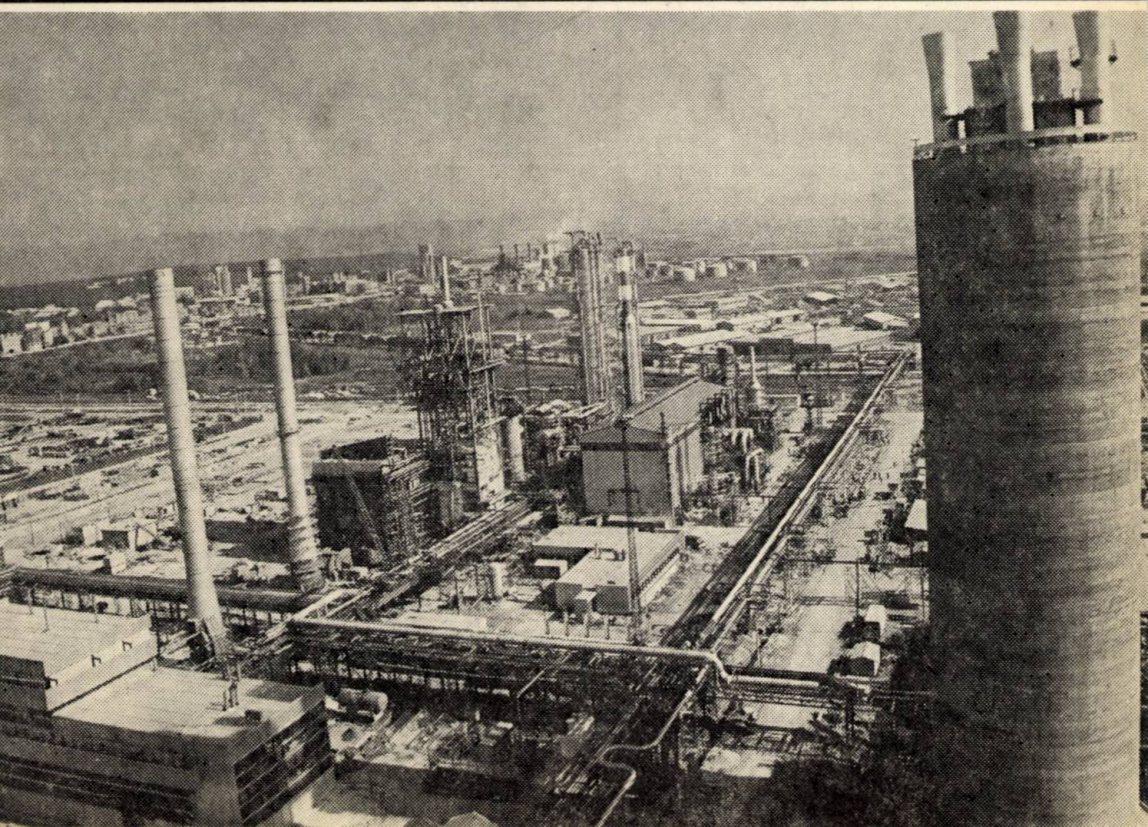
A KÉMIA TANÍTÁSA

1975

3

XIV. ÉVF.

Az Oktatási Minisztérium módszertani folyóirata



A KÉMIA TANÍTÁSA

AZ OKTATÁSI
MINISZTERIUM
MÓDSZERTANI FOLYÓIRATA

SZERKESZTŐ:
DR. BALÁZS LÓRÁNT

Szerkeszti:
A SZERKESZTŐ BIZOTTSÁG

Szerkesztőség:
1406 Budapest VII., Gorkij fasor 17. Országos Pedagógiai Intézet Kémiai Tan-
széke. Telefon: 228-238, 228-203, 229-275,
228-609, 228-823. — Kiadja a Tankönyv-
kiadó, 1363 Budapest V., Szalay utca
10-14. — A kiadásért felelős a Tan-
könyvkiadó igazgatója. — Terjeszti a
Magyar Posta. Előfizethető bármely
postahivatalnál, a kézbesítőknél, a
Posta hírlapüzleteiben és a Posta Köz-
ponti Hírlap Irodánál (KHI, Budapest
V., József nádor tér 1., telefon: 180-850,
postacím: 1900 Budapest) közvetlenül
vagy postautalványon, valamint át-
utalással a KHI 215-96 162 pénzforgal-
mi jelzőszámra. Előfizetési díj egy
évre: 14,40 Ft.

75. 4461 — Révai Nyomda, Budapest
F. v.: Pováry Jenő

Megjelenik évente hatszor

Kérjük a Kartársakat, hogy
közlésre szánt cikkeiket gé-
pelve, két példányban küld-
jék meg a szerkesztőség
fenti címére. — A papír-
lapnak csak egyik oldalára,
kettes sortávolsággal ír-
janak. Egy-egy oldalra 30
sort gépeljenek. A sor hosz-
sza 66 betűhely. A cikkek
terjedelme legfeljebb 4-5
gépellát oldal lehet. A rajzo-
kat, táblázatokat külön la-
pon, megfelelő ábraszöveg-
gel (aláírással) ellátva küld-
jék be.

Szerkesztőség

A SZERKESZTŐ BIZOTTSÁG

Hinora Sándorné, Kovács László, dr. Körner Miklós-
né, Michalovszky Csabáné, dr. Pataki László, dr.
Rácz Fodor Benő, dr. Rozgonyi Jánosné, Sárdi
Béla, dr. Szűcs László

Címoldal: A Péti Nitrogénművek 1975-ben
termelésbe lépő 1000 t/nap kapacitású ammő-
niaszintézis-üzeme (a kép jobb szélén a 200 et-s
új karbamidgyár látható)

TARTALOM

Dr. Szekér Gyula: A gyakorlati ké- mia eredményei Magyarországon	65
Dr. Várnai György: Gondolatok a kémiatanítás szünetében	78
Bágyi Imréné: Egy tanítási óra ta- pasztalatai a látogató szemével ..	82
Orosz Andrásné: A tantervmódosi- tás szellemében történt	84
Dr. Sárik Tibor: Megjegyzések az ál- talános iskolai tanári kézikönyvek használatához	88
Szundy Gizella: A gimnáziumok írásbeli érettségi vizsgáinak anya- ga a korszerű szemlélet és a tanu- lók felkészülése szempontjából ..	91
Fórián-Szabó Zoltán: Kísérletek a Korrózió c. anyagrészhez	93
Kiss Ferenc: Laboratóriumi eszközök készítése huzalból	96
Folyóírat szemle	B/3



DR. SZEKÉR GYULA
a Minisztertanács elnökhelyettese

A gyakorlati kémia eredményei Magyarországon

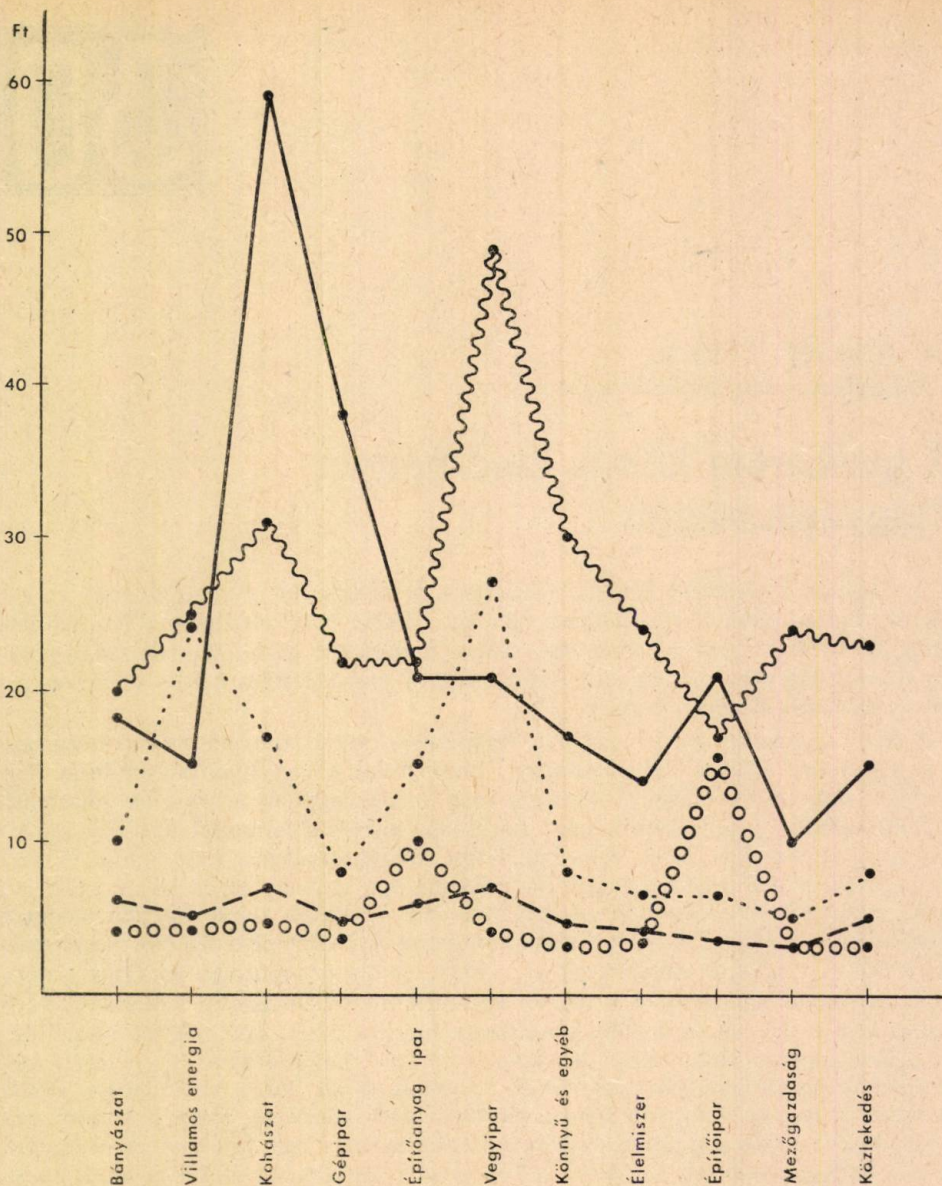
A vegyipar fejlesztése Magyarországon a felszabadulás óta mindenkor a szocialista építés kiemelt feladatához tartozott. Ezért indokolt, hogy felszabadulásunk 30. évfordulóján a kémia oktatásával foglalkozó szaklapban is számot adjunk arról, hogy mi módon vált életet teremtő gyakorlattá a kémia eredményeinek realizálása Magyarországon.

A kémia oktatása és a vegyipar fejlesztése szükségszerűen kölcsönhatásban van egymással. Ez azért jelentkezik, hogy mind a vegyipar nagyarányú építésében, mind pedig a vegyi anyagok még ennél nagyobb arányú és volumenű felhasználásában elengedhetetlenül szükséges a kémia korszerű oktatása és általános elterjesztése. Arról van szó, hogy Magyarországon 1974-ben már 92,7 milliárd Ft értékű vegyi anyagot használtunk fel, ami kb. megfelel az 1952. évi teljes nemzeti jövedelemnek. A felhasználási volumen tehát nagyon jelentős mértékben megnőtt. De még jobban indokolja a kémia oktatásának színvonal-növelését és általános elterjedését az 1. ábra, amely azt mutatja be, hogy a nép-gazdaság egyes ágazataiban a 100 Ft termelési értékben milyen részarányt képviselnek a vegyi anyagok. Megállapítható, hogy a vegyi anyagok felhasználása egyaránt jelentős valamennyi iparágban, és azt lehet mondani, hogy ezek termelésének egyik alapfeltételévé vált. Indokolt tehát, hogy valamennyi szintű oktatásban helyet kapjon a kémia oktatása. De szükséges, hogy a kémiát oktatók megismerjék a gyakorlati kémia eredményeit, hogy tájékozódni tudjanak a fejlesztés csomóponti kérdései felől, az elért eredmények fokozzák a szakmai öntudatot, és nevelő hatással legyenek elsősorban azokra, akik érdeklődést tanúsítanak a vegyipar eredményei és problémái iránt.

Jelen közlemény ezen célkitűzés kielégítéséhez kíván néhány gondolatot és információt adni.

1. A magyar vegyipar 3 évtizedes fejlődése és jelenlegi helyzete

Magyarország vegyiparának fejlődését a felszabadulás előtti időszakban két fő tényező határozta meg, a tőkések, főleg külföldi tőkések, profitérdekei, és a nagy imperialista államok, elsősorban Németország vegyiparának elnyomó hatása.



1. ábra. 100 Ft termeléshez szükséges „teljes” anyagráfördítés értéke az alapanyag- és energiatermelő ágazatok profiljába tartozó termékekből 1975-ben
 ~~~~~ vegyipari termékek; ————— kohászati termékek; • • • bányai termékek;  
 - - - - - villamosenergia-ipar; ○ ○ ○ építőanyagok

A vegyipar súlya az iparon belül a gazdasági válság után 1938-ig alig változott, és 1938-ban kezdett ismét emelkedni a háborús készülődés hatására.

1938-ban Magyarországon a mai szerkezetnek megfelelő vegyipar a gyáripar termeléséből 9,1%-ot reprezentált. A forintban kifejezett termelési értéke (10-es



szorzóval átszámítva a pengőt) 2762 Mft volt, az összes állóeszközállomány (befektetett állótőke) bruttó értéke 1786 Mft, 8,9%-a a gyáriparának, a foglalkoztatottak száma pedig 23 192 fő, amely a gyáriparon belül 6,7%-ot képviselt.

Az ország külkereskedelmében a vegyipar a behozatalból 10%-kal, a kivitelből 2,3%-kal részesedett. A gyáripari termékek exportjának 6,9%-át szolgáltatta a vegyipar. Az egész gyáriparban 1938-ban 89 763 Ft volt az 1 fő által előállított termelési érték, a vegyiparban ugyanez az érték 119 052 Ft, tehát a munka termelékenysége 32,6%-kal magasabb volt, mint a gyáripar egészénél. Ezek a számok azonban nem annyira a vegyipar fejlettségét, mint inkább a magyar gyáripar viszonylagos fejletlenségét mutatják.

A német finánc-tőke a két világháború között egyre nyíltabban törekedett a magyar vállalatok megszerzésére. A német vegyiparon kívül, különösen a szervetlen vegyipar területén, élesen jelentkezett az olasz vegyipar elnyomó hatása is. Az itthon megfelelő minőségben előállított iparcikkek (glaubersó, gépszírok, enyv, hidroszulfidok, kalcium-karbid, kisserelt festékek, kozmetikai készítmények, növényvédőszer, rézgálic, szalicilsav stb.) jelentős mennyiségben és magas áron importáltuk, elsősorban Németországból, miközben ezeknek a cikkeknek a kivitelét teljesen lehetetlenné tették.

A magyar vegyipar szerkezeti aránytalanságát szemlélteti, hogy teljesen hiányzott a szervesalapanyag-gyártás, a műanyag- és vegyiszállipar kialakításában pedig 1938-ban csak a kezdeti lépéseket tették meg.

Viszonylag nagymértékben elégitette ki a magyar vegyipar a hazai igényeket 1938-ban műtrágyákból, szervetlen termékekből, kőolajfeldolgozási termékekből.

Külföldi érdekeltséggel fellendült az ipari segédanyag-gyártás, míg a gumiipar abban az időben nemzetközi viszonylatban is jelentős eredményeket ért el a korszerű gyártási technológia kialakításában.

A második világháború idején a magyar vegyipar közel  $\frac{1}{3}$ -a elpusztult. Néhány üzemünk teljesen megsemmisült, és a többi üzem nagy részében is majdnem teljesen megbénult a munka a háborús tevékenység következtében.

Ez az aránytalan és a háborúban romba dőlt vegyipar az elmúlt 30 év alatt az ipari termelés és egész népgazdaságunk egyik jelentős tényezőjévé fejlődött. A vegyipar termelése 1950 és 1975 között közel 25-szörösére nő. A termelésnövekedés gyorsabb volt, mint az ipar átlagos fejlődése. Ez alatt az időszak alatt a hazai vegyipar 1,8-szer gyorsabban fejlődött, mint az ipar átlaga. Részaránya az iparban az összehasonlítható termelési érték alapján az 1950. évi 4%-ról 1975-re 12%-ra emelkedik. A magyar vegyipar ma 15 nap alatt termeli meg azt a vegyitermék-értéket, amelyhez 1950-ben az egész év munkája volt szükséges. 1950-hez képest a vegyipar állóeszköz-állománya 18-szorosára, a munka termelékenysége 6,5-szeresére nő.

A magyaránú fejlesztés eredményeként népgazdaságunk számos új vegyipari kombináttal és üzemmel lett gazdagabb. 1950-től napjainkig épült a Hajdúsági Gyógyszergyár (ma Biogál), a Borsodi Vegyi Kombinát, a Tiszai Vegyi Kombinát, a Tiszamenti Vegyiművek, a Dunai Kőolajipari Vállalat.

Jól szemléltetik ezt a magyaránú fejlesztést a 30 év alatt üzembe helyezett főbb létesítmények:



| Vállalat                                                                                             | Telephely     | Termék                                                                                   | Üzembe<br>helyezés<br>éve |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
| Tiszamenti<br>Vegyiművek                                                                             | Szolnok       | Kénsavüzem 1                                                                             | 1952                      |
|                                                                                                      |               | Kénsavüzem 2                                                                             | 1963                      |
|                                                                                                      |               | Kénsavüzem 3                                                                             | 1964                      |
|                                                                                                      |               | Kénsavüzem 4                                                                             | 1972                      |
|                                                                                                      |               | Szuperfoszfátüzem                                                                        | 1962                      |
|                                                                                                      |               | Porfestéküzem                                                                            | 1968                      |
|                                                                                                      |               | Mosószerüzem                                                                             | 1969                      |
| Hajdúsági<br>Gyógyszergyár<br>Dunai Vasmű<br>Szénsavtermelő<br>Vállalat<br>Borsodi Vegyi<br>Kombinát | Debrecen      |                                                                                          | 1952                      |
|                                                                                                      | Dunaújváros   | Kokszoló- és vegyimű                                                                     | 1956                      |
|                                                                                                      | Répcelak      |                                                                                          | 1956                      |
|                                                                                                      | Kazincbarcika | Nitrogénműtrágya-gyár                                                                    | 1958                      |
|                                                                                                      |               | PVC-I. gyáregység                                                                        | 1963                      |
|                                                                                                      |               | Kaprolaktámüzem                                                                          | 1966                      |
|                                                                                                      |               | PVC-II. gyáregység a hozzá tartozó<br>monomer- és klóralkáli elektrolí-<br>zis-üzemekkel | 1970                      |
|                                                                                                      | Szekszárd     | PVC-ajtógyár                                                                             | 1971                      |
|                                                                                                      | Budapest      | Klóralkáli elektrolízis-üzem                                                             | 1962                      |
|                                                                                                      | Balatonfűzfő  | Klóralkáli elektrolízis-üzem                                                             | 1962                      |
| Budapesti<br>Vegyiművek<br>Nitrokémia<br>Ipartelepek<br>TAURUS Gumi-<br>ipari Vállalat               | Nyíregyháza   | Könnyűgumicikkgár                                                                        | 1963                      |
|                                                                                                      | Szeged        | Műszaki Gumigyár                                                                         | 1964                      |
| Oxigén- és<br>Dissouszgázgyár                                                                        | Budapest      | Oxigéngyár                                                                               | 1963                      |
|                                                                                                      | Győr          | Oxigéngyár                                                                               | 1964                      |
|                                                                                                      | Dunaföldvár   | Dissouszgázgyár                                                                          | 1974                      |
| Tiszai<br>Vegyi Kombinát                                                                             | Leninváros    | Lakk- és festékgyár                                                                      | 1961                      |
|                                                                                                      |               | Nitrogénműtrágya-gyár                                                                    | 1965                      |
|                                                                                                      |               | Olefinüzem és Polietiléngyár                                                             | 1970                      |
|                                                                                                      |               | Olefinmű                                                                                 | 1975                      |
| Péti Nitrogén-<br>művek                                                                              | Pét           | Nitrogénműtrágya-gyár bővítése<br>és rekonstrukciója                                     | 1971—<br>—1972            |
|                                                                                                      |               | Új nagykapacitású műtrágyagyár                                                           | 1975                      |



| Vállalat                                    | Telephely      | Termék                                | Üzembe helyezés éve |
|---------------------------------------------|----------------|---------------------------------------|---------------------|
| Magyar Viscosagyár                          | Nyergesújfalu  | Poliamidrost-üzem                     | 1955                |
|                                             |                | Poliamidselem-üzem                    | 1965                |
|                                             |                | Poliakrilonitrilszál-üzem             | 1973                |
| Kozmetikai és Háztartásvegyi-ipari Vállalat | Zalaegerszeg   | Kozmetikai és háztartási vegyi-cikkek | 1972                |
| Komáromi Kőolajipari Vállalat               | Szőny          | 1 Mt-ás desztillációs üzem            | 1961                |
|                                             |                | Reformáló üzem                        | 1964                |
| Dunai Kőolajipari Vállalat                  | Százhalombatta | 1 Mt-ás deszt. üzem                   | 1965                |
|                                             |                | 2 Mt-ás deszt. üzem                   | 1969                |
|                                             |                | 3 Mt-ás deszt. üzem                   | 1972                |

Ezenkívül bővítettük a BVK, TVK nitrogénműtrágya-gyárait a TVK lakk-festék gyárának kapacitását, a TVM kénsavüzemeit.

Teljes mértékben rekonstruáltuk a gyógyszer-, a gumi- és fotokémiai ipart, jelentős mértékben fejlesztettük az egyéb könnyűvegyipari termékek gyártását (műanyagfeldolgozás, növényvédőszer, lakk-festékek, szintetikus mosószer, kozmetikai és háztartásvegyipari cikkek).

Elmondhatjuk, hogy fejlesztésünk eredményeképpen jelentős mértékben megváltozott vegyiparunk arculata. Gyógyszeriparunk és nitrogénműtrágyagyártásunk világviszonylatban is előkelő helyen áll.

Az 1950. és 1975. évek közötti termelésfelfutást vizsgálva, a legdinamikusabb, leglátványosabb fejlődést a gyógyszeripar érte el. A 25 év alatt több mint 140-szeresére nő a szocialista gyógyszeripar termelése. A vegyiparban belül 40%-os részaránya 1975-re 21%-ra nő. Dinamikáját tekintve ezt követi a növényvédőszer gyártás 106-szoros növekedésével, de itt meg kell jegyezni, hogy 1950-ben mindössze 2-et volt a szertonnában kifejezett termelés, ami 1975-ben eléri a 40-et. Az értékben kifejezett nagyarányú felfutást a 70-es évek elején belépett magas értéket képviselő szerek belépése eredményezi. Műtrágyagyártásunk a 25 év alatt közel 15-szörösére nő.

Igen látványos az 1950-ben még csak kialakulóban levő műanyag- és vegyszál-gyártás növekedése (28-szoros, ill. 13-szoros). Igen jelentős a műanyagfeldolgozó ipar (44-szeres) és a gumiipar (25-szörös) fejlődése. A lakk- és festék-ipar termelése 14-szeresére, a mosószer és háztartásvegyipari termékek gyártása 7,5-szeresére nő a 25 év alatt. Meg kell jegyezni, hogy ez utóbbi csoporton belül jelentős eredményt értünk el az 1953-ban megindult szintetikus mosószer gyártásában, ahol az egy lakosra jutó termelés az 1955. évi 0,02 kg-ról 1975-re 7,2 kg-ra nő.

Talán a fenti számadatoknál is ékeesebben bizonyítják a megtett utat a természetes mértékegységben kifejezett egy főre jutó termelési adatok:

Hasonló a felfutás a fajlagos vegyitermék-felhasználás mutatóinál is:



| Termék                                    | M. e.      | 1950 | 1975  |
|-------------------------------------------|------------|------|-------|
| Ammónia .....                             | kg/fő      | 2,2  | 68,5  |
| Kénsav .....                              | kg/fő      | 6,6  | 60,4  |
| Marónátron .....                          | kg/fő      | 0,9  | 7,8   |
| Műtrágya összesen<br>(hatóanyagban) ..... | kg/ha*     | 6,8  | 137,4 |
| Műanyag .....                             | kg/fő      | 0,1  | 13,3  |
| Vegyzsál .....                            | kg/fő      | 0,37 | 1,95  |
| ebből: szintetikus zsál                   | kg/fő      | —    | 1,1   |
| Gumibroncsköpeny ...                      | db/ezer fő | 11,0 | 83,0  |
| Lakk-festék .....                         | kg/fő      | 1,28 | 11,0  |
| Növényvédő szerek ....                    | Ft/ha*     | 5,5  | 620,0 |

\* Egy hektár mezőgazdaságilag megművelt területre

| Termék                 | M. e. | 1950   | 1975  |
|------------------------|-------|--------|-------|
| Műtrágya .....         | kg/ha | 6,0    | 269,0 |
| Műanyag .....          | kg/fő | 0,20   | 20,9  |
| Vegyzsál .....         | kg/fő | 0,31   | 7,1   |
| Szintetikus zsál ..... | kg/fő | 0,0004 | 3,7   |
| Növényvédőszer .....   | Ft/ha | 38,0   | 810,0 |
| Lakk-festék .....      | kg/fő | 1,3    | 10,0  |

Hatékonyágát tekintve a vegyipar népgazdaságunk egyik leghatékonyabb iparágává fejlődött. Az 1974. évi előzetes adatok alapján az egy foglalkoztatott által előállított társadalmi termék érték alapján a vegyipar — az élelmiszeripar és a kohászat után — a harmadik helyet foglalja el az iparban.

Állóeszköz-hatékonyágát tekintve az ötödik helyen áll, ami összefügg a vegyipar alapanyag-termelő és -feldolgozó jellegével. Az egységnyi bruttó termelési értékre jutó társadalmi tiszta jövedelem mutatója a vegyiparban 15<sup>0</sup>/<sub>0</sub>-kal nagyobb a szocialista ipar átlagánál.

## 2. A magyar vegyipar és vegyi anyag-felhasználás eredményei a nemzetközi összehasonlítás tükrében

A népgazdaság kemizálásának kézzelfogható, gazdaságilag kimutatható eredménye elsősorban az alábbi két területen jelentkezett:

- a vegyi anyag-felhasználás a népgazdaság valamennyi területén jelentős költségsökkentést eredményezett;
- a termelékenység a népgazdaság valamennyi ágában a vegyi anyag-felhasználással közel párhuzamosan nőtt.

A legszembetűnőbb eredményeket az elmúlt 30 év során a mezőgazdaság kemizálása terén érte el a magyar vegyipar. Ha a műtrágya-felhasználást mint a kemizálás egyik fontos tényezőjét vizsgáljuk, egyértelmű összefüggést találunk vegyiparunk fejlesztése, mezőgazdaságunk vegyi anyag-felhasználása és a mezőgazdasági terméshozamok alakulása között. A műtrágya-felhasználásnak meghatározó szerepe van abban, hogy a felszabadulás után a termésátlag a mezőgazdaságban több mint kétszeresére emelkedett és jórészt ennek következtében függetlenné vált az időjárástól. Természetesen ebben az eredményben sok más agrotechnikai tényező is közrejátszott.

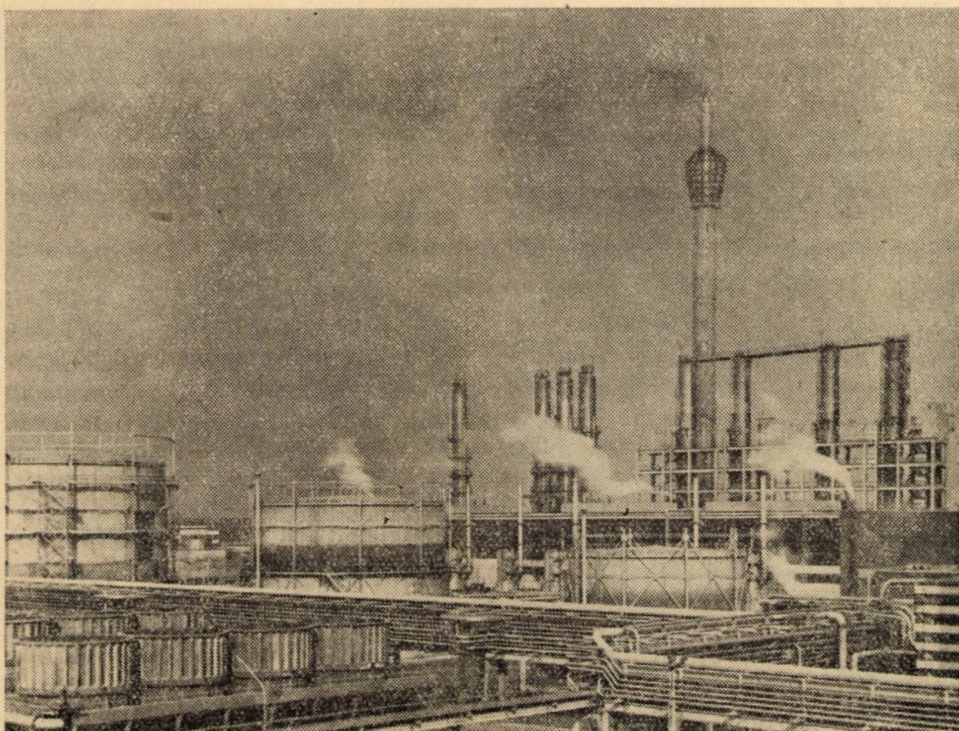


Érdekes e hatékonyság összesített eredménye: kiindulva abból, hogy a növénytermesztés termelési értéknövekedésének fele — kétharmada a műtrágyázásnak tulajdonítható, az 1949—1973 évek közötti 25 évben a műtrágyafelhasználással — a felhasznált többletműtrágya költségét leszámítva — több tíz milliárd forint többleteredmény jött létre.

Magyarország 1 ha mezőgazdasági területre eső műtrágyatermelése több mint négyszerese a világ és kétszerese a KGST-országok átlagának. A műtrágya-felhasználás tekintetében még kedvezőbb a helyzet: a hazai felhasználás közel megegyezik az EGK-átlaggal, és mintegy nyolcszorosa a világ, ill. ötszöröse a KGST-országok átlagának. Ha Magyarország helyzetét a KGST-országok között vizsgáljuk, megállapíthatjuk, hogy műtrágyatermelés tekintetében az ötödik, a felhasználási szintet tekintve pedig a harmadik helyen állunk. Ha a hazai mutatókat a nyugat-európai és az iparilag fejlett országok adataival hasonlítjuk össze, egy hektár mezőgazdasági területre eső műtrágyatermelésünk közel azonos szintű az Egyesült Királyság és Ausztria termelésével, és valamivel nagyobb, mint Spanyolország termelése. Fajlagos műtrágya-felhasználásunk azonos szintű Franciaországéval, és mintegy kétszerese az olaszországi szintnek. Az Egyesült Államok műtrágyatermelését és -felhasználását kétszeresen, ill. több mint négyszeresen haladjuk meg.

A mezőgazdaság kemizálásának másik nem kevésbé fontos területén, a *kémiai növényvédelemben*, nem kevésbé látványos eredményekkel büszkélkedhet a magyar mezőgazdaság és vegyiparunk.

A magyar mezőgazdaságban alkalmazott növényvédőszeresek struktúrája, valamint a növénytermesztés intenzitásának és ágazati összetételének megfelelő



2. ábra. A Tiszai Vegyi Kombinát nitrogénműtrágya-gyárának látképe



növényvédőszeres felhasználási szintje mind korszerűségben, mind mennyiségben kiállja az összehasonlítást a legfejlettebb országokkal.

A mezőgazdaságban felhasznált növényvédőszeres értéke 1949 és 1975 között több mint 140-szeresére emelkedett, 1974-ben már közel elérte a 4,5 mrd Ft-ot.

A mezőgazdaság által végzett felmérések és vizsgálatok adatai azt bizonyítják, hogy az utóbbi 10 évben a kémiai védekezéssel mintegy 65 mrd Ft értékű mezőgazdasági terméket mentettünk meg.

A növényvédelem szerepe nemcsak abban van, hogy csökkenti mezőgazdaságunk kárát, hanem jelentős mértékben elősegíti az exportképes, jó minőségű termékek termelésének növelését is. A gyomirtószerekénél pedig igen nagy jelentősége van a munkatermelékenység fokozásában, elsősorban az élők munkaráfordítás csökkentésével. Bár a mezőgazdasági élők munkatermelékenység növekedésében a szocialista üzemszervezés eredményei, illetve a mezőgazdaság gépesítése játszottak a főszerepet, nem véletlen az sem, hogy az aktív mezőgazdasági dolgozók száma 1961 után, vagyis akkor csökkent a kétharmadára, amikor a mezőgazdaság gyomirtószer felhasználása jelentősen megnőtt.

Az 1974. évi, közel 4,5 mrd Ft értékben felhasznált növényvédőszeres 61,5%-át a magyar vegyipar állította elő. Magyarországon jelenleg kb. 350-féle növényvédőszer van engedélyezve, amelyből 140 a hazai termék.

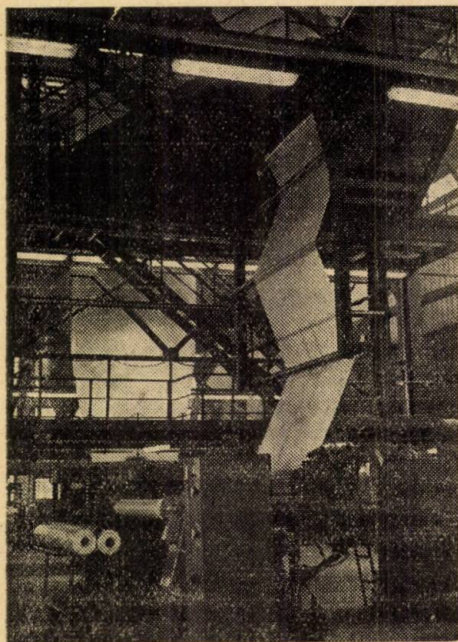
1950-ben Magyarországon mindössze 1412 tonna műanyagot gyártottak, és az ország műanyagfogyasztása az importtal együtt sem érte el a 2000 tonnát, vagyis az egy lakosra számított 0,2 kg-ot. Műanyagfogyasztásunk struktúrájában egészséges változást eredményezett a korszerű műanyagipar megalapozása a hatvanas években, mert míg addig az importált műanyagok mennyisége növekedett gyorsabb ütemben, az utóbbi évtizedben a növekményt elsősorban már a hazai műanyagok adták.

Műanyag-felhasználásunk zömét korábban a régebbi típusú polikondenzációs vagy más néven hőre keményedő műanyagok alkották, jelenleg pedig a hazai fogyasztás túlsúlyban polimerizációs műanyagokból áll, amely nagyjából megfelel a külföldön is kialakult általános arányoknak.

Egy főre jutó műanyagtermelésünket tekintve — az 1972. évi adatok alapján — a KGST-országok között az 5., 1980-ban várhatóan a 4. helyet foglaljuk el, és megközelítjük a KGST-országok átlagát. Fajlagos műanyag-felhasználásunk mintegy 1,7-szerese a világ átlagának, és másfélszer nagyobb, mint a KGST-országok átlagos felhasználási szintje. Az Európai Gazdasági Közösség országainak műanyag-felhasználási átlaga viszont a hazainak 2,8-szerese.

Az egy főre jutó műanyag-felhasználási szintet tekintve Magyarország a KGST-országok között a harmadik helyet foglalja el.

3. ábra. 12 m széles agrofóliát gyártó gép a Tiszai Vegyi Kombinát műanyag-feldolgozó üzemében





A műanyag szerkezeti anyagként való felhasználásának jelentőségét az mutatja, hogy a műanyag- és fémfogyasztás térfogatra számított együttes mennyiségének a műanyagok már  $\frac{1}{3}$ -át szolgáltatták 1973-ban. A műanyagok alkalmazásával elérhető gazdasági eredmény esetenként igen különböző. A fogyasztási struktúrát is figyelembe vevő gazdaságossági számítások tanúsága szerint egy tonna műanyag felhasználásával mintegy 35 ezer forint takarítható meg. Ha ezt vetítjük, az 1945-től felhasznált összes műanyagra, szintén több tíz milliárd forint népgazdasági megtakarítást mutathatunk ki.

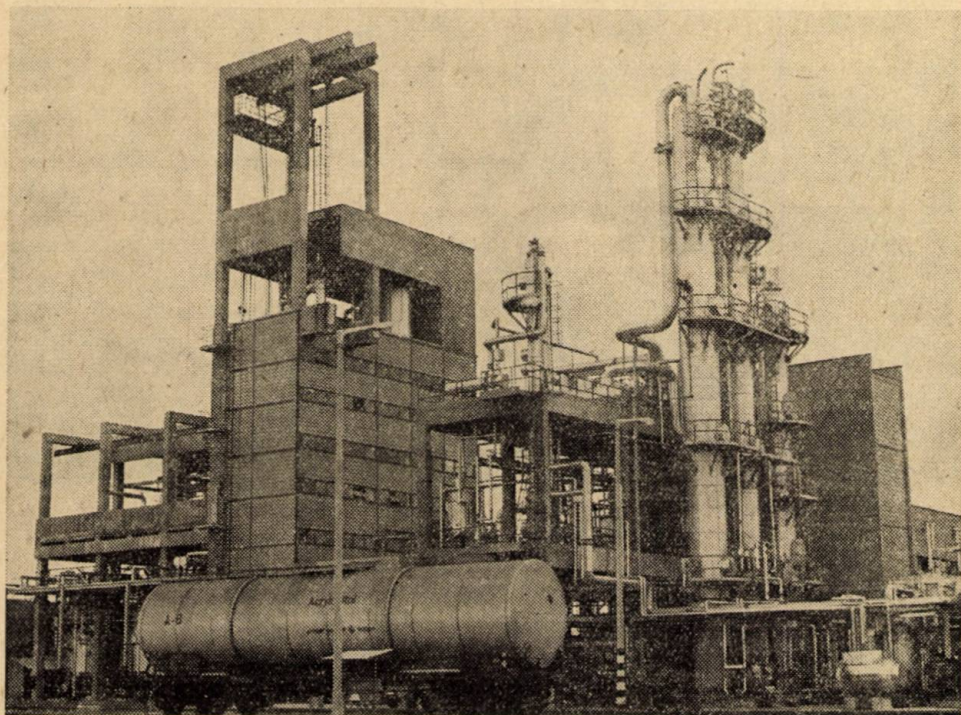
A gazdasági számítások tulajdonképpen nem is fejezik ki maradéktalanul a műanyag-felhasználás tényleges hatékonyságát, mert a számításokban pl. az esztétikai szempontok, a sok célú, praktikus felhasználási lehetőség, a műanyag-termékek kis fajsúlya, nagy szilárdsága stb. nem vehetők figyelembe.

Ma már valamely ország ipari fejlettségének jellemzésére igen gyakran említi a *vegyiszálak felhasználása és termelése* terén elért eredményeket.

Az 1972. évi adatok alapján fajlagos vegyiszál-felhasználásunk és ezen belül a szintetikus szálfelhasználás is meghaladja a világ-átlagot és kevéssel a KGST-országok átlagát is, de nem éri el a nyugat-európai országok szintjét. Hazánk a vegyiszál-felhasználást tekintve a KGST-országok között az 5., a szintetikusszál-felhasználás terén a negyedik helyen áll.

Bár vannak eredményeink, de ugyanezt nem mondhatjuk el az egy főre eső vegyiszál-termelésünkről, amely az 1975. évi 1,95 kg/fő mennyiséggel az utolsó helyet jelöli ki számunkra a KGST-országok sorában.

Az elkövetkező évek egyik legfontosabb feladatának tekintjük, hogy vegyiszál- és ezen belül elsősorban szintetikusszál-felhasználásunk egyre növekvő



4. ábra. A Magyar Viscosagyár (Nyergesújfalu) 1973 közepe óta termelő poliakrilonitrilszál-üzemének polimerizációs berendezései

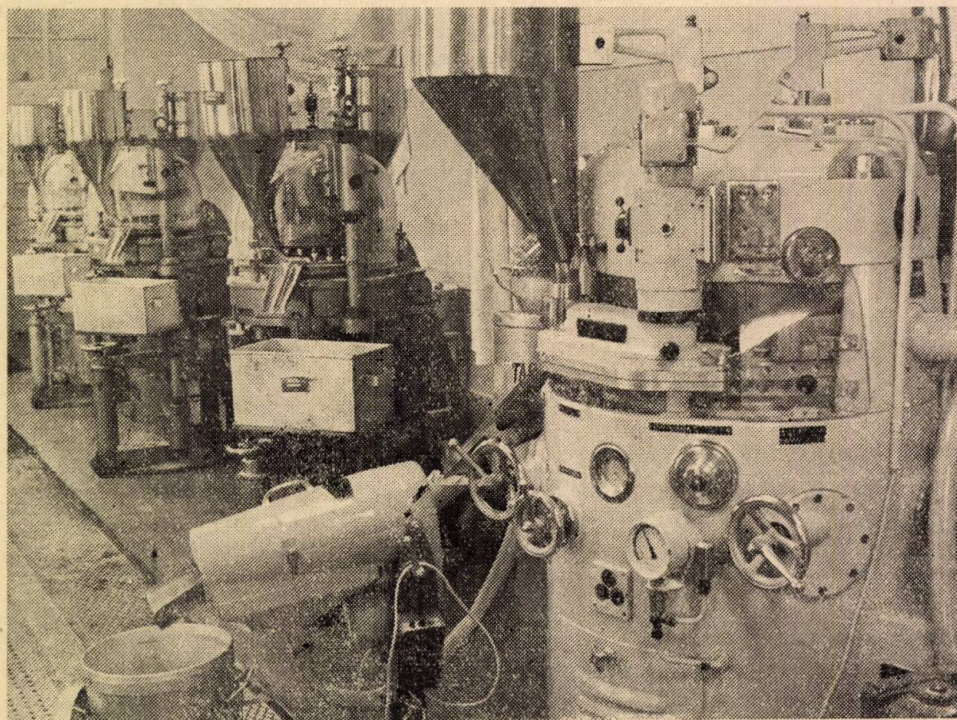


hányadát biztosítsuk hazai termelésből, ill. a szocialista országokból gyártás-szakosítási egyezmények útján.

A vegyiszálak textilipari felhasználása azáltal jelent magasabb gazdasági hatékonyságot, hogy növeli a feldolgozó gépek sebességét, 30—35%-kal csökkenti a fonalszakadást, és a szövődékben 10%-os termelékenységnövekedést eredményez. A hazai textiliparban a termelékenység és a vegyiszálfelhasználás közel párhuzamosan nő.

A magyar gyógyszeripar nagy ütemben fejlődött az eltelt 30 év során, és igen előkelő helyet foglal el a világ gyógyszeriparán belül is:

- gyógyszertermelésben a 12. helyen, mintegy 1,5%-ot;
- exportban 7—9. helyen mintegy 6%-ot reprezentál a világ országainak sorában;
- az egy főre eső gyógyszertermelés tekintetében az 5. helyen áll, míg
- az egy főre eső gyógyszerexportot és az export százalékos részarányát tekintve Svájc után a világranglista 2. helyét foglalja el.



5. ábra. Korszerű, nagy teljesítményű tablettázó-gépek  
a Kőbányai Gyógyszerárugyárban

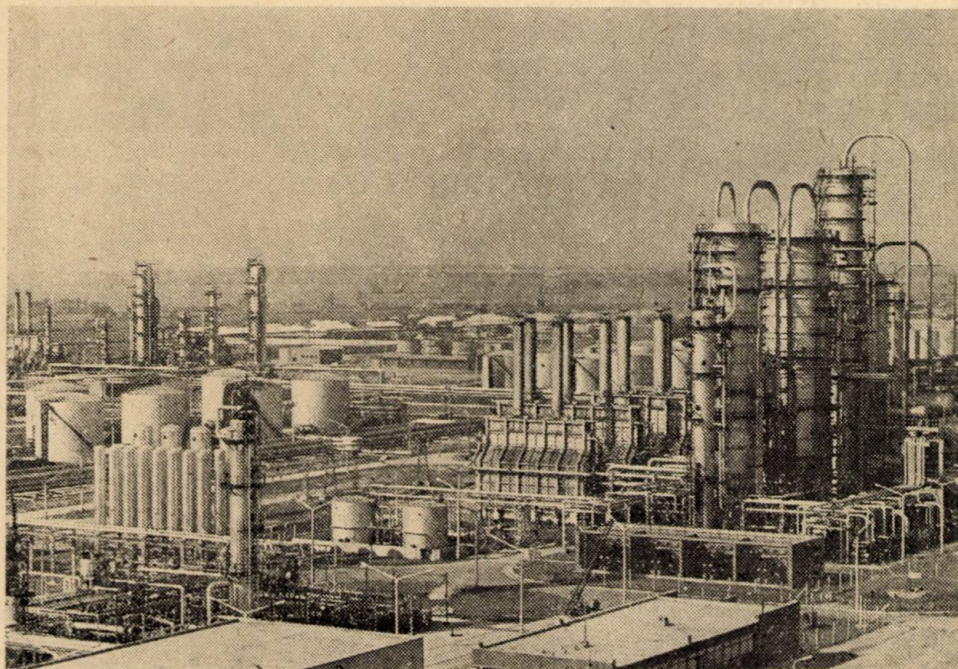
Vegyipari exportunknak 1959-ben egyharmadát, 1965-ben pedig már több mint a felét a gyógyszeripar adta, jelenleg a vegyipari export 55,2%-át képezi.

Kőolajfeldolgozó iparunk is nagy utat tett meg a felszabadulás óta eltelt 30 év során. Amíg a második világháború időszakában 8 finomító összesen kb.  $\frac{3}{4}$  millió tonna olajat dolgozott fel, addig az 1975-re előirányzott 10 millió tonna 4 finomítónk 9 desztillációs berendezésébe kerül, tehát az egy desztillálóra eső kőolajmennyiség meghaladja az 1. millió tonnát. Hasonlóan, az üzembe állított



katalitikus, másodlagos feldolgozó berendezések számának növekedésével 1975-ben már a primer termékek 24<sup>0</sup>/<sub>0</sub>-át dolgozzuk fel másodlagos eljárással. Az egy főre eső kőolajtermék-felhasználásunk az európai fejlett tőkés országokénak kevesebb mint 50<sup>0</sup>/<sub>0</sub>-ára tehető, míg a KGST-országok sorában a közép tájon helyezkedünk el.

Kőolajtermék-felhasználási struktúránk azonban eltér a tőkés országokétól, és ez lehetővé tette számunkra, hogy 1975-ben megkezdjük a motorhajtó anyagok

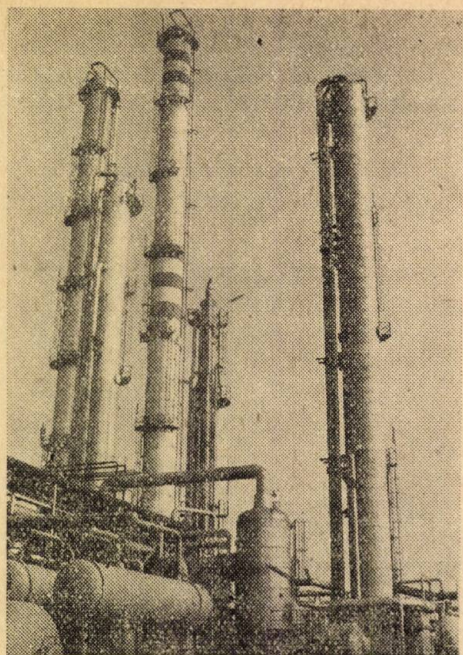


6. ábra. A Dunai Kőolajipari Vállalat látképe, előtérben a 3 millió t/év kapacitású atmoszferikus-vákuumdesztillációs üzem

gyártására nem igényelt benzin vegyipari feldolgozását, a korszerű vegyiparban ma már nélkülözhetetlen petrolkémiai termelés nagyarányú kifejlesztését.

A Minisztertanács által 1973 áprilisában jóváhagyott Petrolkémiai Központi Fejlesztési Program alapvető létesítménye az évi 250 ezer tonna etilénkapacitású olefinmű ez év februárjában kezdte meg a termelést. Jelentősége nemcsak abban van, hogy megteremtette számunkra a vegyipar korszerűsítésének feltételeit, hanem abban is, hogy elindította a magyar vegyipart a szocialista gazdasági integráció útján. A leninvárosi olefinmű szoros termelési kooperációban dolgozik a Szovjetunió-beli Kalusi Vegyészeti és Kohászati Kombináttal. A két üzemet több mint 300 km hosszú csővezeték köti össze, amelyen át a TVK évente 130 ezer tonna etilént szállít Kalusba. Emellett — az 1970-ben kötött magyar-szovjet petrolkémiai egyezmény keretében — évi 80 et propilén és hasonló mennyiségű C<sub>4</sub>-frakció szállítására is kötelezettséget vállaltunk. A Szovjetunióba szállított petrolkémiai alapanyagok ellentételeként 5-féle petrolkémiai terméket elsősorban műanyagokat, a C<sub>4</sub>-frakcióért pedig szintetikus kaucsukokat kapunk.





7. ábra. Etilén- és propiléntisztító tornyok a Tiszai Vegyi Kombinát nagy kapacitású olefinművében

Az olefinmű termelésének felfutása után a Közös Piac országaihoz képest mintegy 15 éves lemaradásunkat az egy főre eső etiléntermelés terén jelentős mértékben behozzuk.

### 3. A vegyipar V. ötéves tervének fejlesztési célkitűzései

A magyar vegyipar fejlesztése az V. ötéves terv időszakában gazdasági szükségyszerűség. Népgazdaságunk vegyianyag-igénye az eddigiekben is gyorsabban nőtt, mint a vegyipar termelése. Ezért szükséges, hogy minél nagyobb mértékben és lehetőleg minél nagyobb vertikálításban hazai alapanyagbázison továbbfejlesszük vegyiparunkat az V. ötéves tervben: A terv részletadatainak ki-munkálása folyamatban van. A terv fő irányelveit azonban már lerögzítettük az alábbiak szerint:

A fejlesztés alapkonceptiója az V. ötéves terv időszakában is változatlanul az, hogy a vegyipart az ipar átlagos fejlődését jelentősen meghaladó mértékben kell fejleszteni.

A hazai vegyipar fejlesztésének gerincét a Petrolkémiai Központi Fejlesztési Program képezi. A fejlesztést a nemzetközi kooperáció keretei között, elsősorban a KGST Komplex Programjának integrációs terveiből folyó munkamegosztás keretében kívánjuk megvalósítani. A vegyipar egészséges belső szerkezetének kialakítása érdekében fejlesztjük mind a feldolgozó jellegű és finomkémiai (könnyűvegyipari) gyártásokat, mind a beruházásigényes alapanyaggyártásokat (nehézvegyipari), de legnagyobb mértékben a műanyagalapanyaggyártást és a szintetikusszál-gyártást és az ehhez szükséges petrolkémiai szerves alapanyag-gyártást.

Műanyagfeldolgozó iparunk kapacitásának bővítését — a petrolkémiai programhoz szorosan kapcsolódva — a hazai igények teljes kielégítéséig kívánjuk fejleszteni.



További célkitűzésünk a mezőgazdaság vegyianyag-igényének (műtrágya, növényvédőszer, állatgyógyászati és takarmánykiegészítő szer) fokozottabb ellátása, valamint a gyógyszeripar további dinamikus fejlesztése az export fokozása céljából.

A gumiiparban célunk a tehergépkocsi-gumiabroncs-gyártás fejlesztése és a nehézműszaki gumiáru-termelés, de ehhez hasonló mértékben irányozzuk elő a könnyűműszaki gumiáruk termelésének felfuttatását is.

Célunk a vegyipari termelés gazdaságosságának fokozása a lekötött eszközök felhasználási hatékonyságának növelése és az ország devizamérlegének javítása.

A fenti célkitűzések megvalósítása érdekében az alábbi főbb létesítmények megvalósítását tervezzük, ill. az egyes gyártási ágaknál az előirányzott termelés-növekedés a következő:

— a Petrolkémiai Központi Fejlesztési Programban előirányzott főbb létesítmények:

- 160 et/év kapacitású vinilkloridüzem,
- 110 et/év klórkapacitású klóralkálielektrolízis-üzem,
- 150 et/év kapacitású szuszpenziós PVC polimerizáló üzem,
- 40 et/év kapacitású polipropilén-üzem,
- 6 et/év kapacitású poliakrilnitril-szálgyártó üzem,
- 11 et/év kapacitású újabb poliakrilnitril-szál üzem,
- 140 et/év műanyag-feldolgozó kapacitás kiépítése;

— a műtrágyaiparban:

- 300 et/év kapacitású műtrágyakeverő üzem és
- egy újabb nagy kapacitású nitrogénműtrágya-gyár létesítése;

— a gyógyszeripar 55%-os termelésfelfutását tervezzük, ezen belül jelentősebb mértékben kívánjuk növelni a növényvédőszer, az állattakarmányozási és gyógyászati szerek gyártását;

— a hazai mezőgazdaság egyre növekvő igényének kielégítése érdekében kétszeresére kívánjuk növelni a növényvédőszer-termelést;

— a gumiiparban:

- 300 edb/év kapacitású radiál típusú teherabroncsgyár létesítését tervezzük,
- a másik súlyponti terület a műszaki gumigyártmányok (nagy nyomású tömlők, légrugók, mélyfúró tömlők stb.), valamint könnyűgumiipari gyártmányok (matrac, ágybetét) fejlesztése, főleg a nemzetközi együttműködés árualapjának biztosítására,
- összességében a gumiipar termelési értékének mintegy 65%-os növelését irányozzuk elő;

— a lakk- és festékiparban mintegy 66 et új kapacitás (57%-os termelésfelfutás) létrehozását tervezzük;

— az egyéb könnyűvegyipari ágazatoknál (szintetikus-mosószer gyártás, kozmetikai és háztartási vegyipar, fotokémiai ipar, ipari segédanyaggyártás) összességében 45—50%-os termelésfelfutással számolunk;

— a kőolajfeldolgozó iparban 13 millió tonna kőolaj feldolgozását irányozzuk elő.



Fejlesztési koncepciónk megvalósítása esetén tovább nő a népgazdaság vegyitermék-szükségletének hazai forrásból történő kielégítése. Ezt szemléltetik a következő fajlagos termelési és felhasználási mutatók:

Az egy főre eső műanyag-felhasználás csaknem kétszeresére, 20,9 kg/fő-ről 40,7 kg/fő-re nő a tervidőszak alatt. Még dinamikusabb az egy főre jutó termelés alakulása, amely az 1975. évi 13,3 kg/fő értékről 36,6 kg/fő-re növekszik.

Jelentősen nő az egy főre jutó vegyiszál, ill. szintetikus szál felhasználása is. A vegyiszál-felhasználás 1980-ban eléri a 8,9 kg-ot (75-ben: 6,6 kg/fő), ebből a szintetikus szál aránya 62%.

Az egy főre jutó vegyiszál-termelés 1,95 kg-ról, 2,9 kg-ra nő, ezen belül első sorban a szintetikus szálak termelése növekszik gyorsabban 1,1 kg-ról 1,97 kg-ra.

A fajlagos gumiabroncs-termelés 83 db/ezer főről 115 db/ezer főre változik (38%), valamivel dinamikusabb a felhasználás növekedése, amely 154 db/ezer főről 228 db/ezer főre nő, azaz 48%-kal.

Az egy hektár mezőgazdaságilag megművelt területre jutó műtrágyatermelés hatóanyagban számítva az 1975. évi 137,4 kg-ról 1980-ra 186 kg-ra nő, a felhasználás pedig 269,0 kg-ról 374,5 kg-ra emelkedik. A fajlagos termelési és felhasználási adatok közötti különbségből látható, hogy jelentős importra szorulunk (a káliműtrágya teljes egészében, a foszforműtrágya 45%-a importból származik). Nitrogénműtrágyából viszont 1976-tól már felesleggel rendelkezünk.

Az egy hektár mezőgazdaságilag megművelt területre jutó növényvédőszer-termelés megduplázódik (620 Ft/ha-ról 1270 Ft/ha-ra), míg a felhasználás növekedése valamivel alatta marad (810 Ft/ha-ról 1500 Ft/ha-ra nő).

\* \* \*

Mint bevezetőmben utaltam rá, a kémia oktatását a vegyipar eredményeinek ismertetésétől nem lehet elválasztani, mert a vegyipar új, korszerű és praktikus termékeivel előbb találkozik tanulóifjúságunk, mint a kémiával. Az elmélet és a gyakorlat szoros összekapcsolása keltheti csak fel az ifjúságban azt az érdeklődést, amelynek révén a magyar vegyipar további fejlesztési célkitűzéseit egyre nagyobb számú, jól képzett szakember váltja valóra.

DR. VÁRNAI GYÖRGY  
szakfelügyelő, Győr

## Gondolatok a kémiatanítás szünetében

Az általános iskolai kémiatanárok sokszor elégedetlenek az oktatás eredményével. A középiskolába válogatott tanulók kerülnek, ahol a tanárok ugyancsak elégedetlenek a színvonallal és egyszerűen az általános iskolai alapokra hárítják a felelősséget. A középiskolai tanulmányokra kiválasztott legjobbak közül ugyancsak a legjobbak tanulhatnak tovább a felsőoktatási intézményekben. A kétszeres válogatás következménye sem más, mint panasz, elégedetlenség, ami a középiskolára irányul. Ennek következtében társadalmi szükség-szerűség váltotta ki az iskolák mellett működő „előkészítőket”. Ezek jogosultságát bizonyos körülmények között indokoltnak látom, de az olyan általános elterjedését, amelyben párhuzamosan iskolában és tanfolyamon tanulnak azo-



nos tanulók, már indokoltnak tartom. Létezésében a társadalom bírálatát látom az oktatási eredményeinkkel szemben.

A módszertani irodalmat sok évre visszamenően olvasgatva, mindenütt találni olyan írást, amely valami problémával kezdődik s annak megoldására módszert, ötletet javasol a szerző. E jelenségek alapján tényként lehet megállapítani, hogy a kémiai ismeretek tudássá válásában problémák vannak, és az ismeretek megtartása viszonylag rövid ideig tart. Bármilyen irányból közelítjük meg az ok keresését, mindig a megértés elégtelenségéhez jutunk. A hazai középiskolai kémiatanítás 30 éves múltjában is ezt állapíthattuk meg: 1945 előtt a tantervi anyag és a belőle származó kíváncsiakhoz oly minimális volt, hogy a felsőoktatási intézmények panasz nélkül kezdtek előről a kémia tanítását. Az 50-es években bőséges ismeretanyagot írt elő a tanterv és maximális szemléltetést, látványos kísérletezést diktált a módszertani irodalom. A kémiaoktatás tartalmi és didaktikai színvonala felfelé ívelődött. Sajnos nem sokáig tartott az emelkedés. A „fejlesztés” során csökkent a tartalom, az óraszám és csak látszólag változott tudományosabbá a szemlélet. A maradék tananyag értékét a módszerek keresésével próbáltuk emelni. A kémiai mozgásformák megértését azonban gátolta az elavult szemlélet.

Jelenleg kibontakozóban van a szemléletében tudományos igényű tantervi anyag összeállítása, de az új feladatok középfokú ellátásához, az ismeretek tudássá formálásához szegények vagyunk módszerben, szemléltetési anyagban. Az évtizedek óta fennálló probléma megoldására új lehetőségek nyitottak utat. Az út kiválasztásánál szem előtt kell tartani a saját hibáinkból származó tapasztalatokat, hogy a megértéshez elengedhetetlen az életkornak megfelelő ismeretanyag és szemléltetés egysége.

### *A természettudományok matematizálódása*

Ismereteink mennyisége oly méreteket öltött már, hogy a rendszerezéséhez segítséget kellett kérni a matematikától. A szubmikroszkópos világ megismerésében pedig oly mélységekre jutott el a tudomány, hogy a közvetlenül érzékelhető megfigyelés helyett matematikai úton kellett eljutni a leíráshoz.

Szükségyszerűen matematikai szimbólumok és egyenletek töltötték meg a kémiai szakirodalmat is. A tudomány felsőfokú művelői számára leegyszerűsödött és ezzel egyidőben fokozottan egzakttá vált a kémia. A nem kémikus viszont olyan átalakulási folyamatot látott kialakulni, amely szerint a kémia mint önálló tudományág kevésbé érvényesül. Egyesek addig jutottak, hogy a matematika és a fizika eleget tud tenni a kémiai jelenségek leírásának is. A MTESZ Oktatási Bizottsága 1974 januárjában Budapesten tartott szakközépiskolai témájú vitáján az egyik felszólaló — a budapesti Műszaki Egyetem oktatója! — határozottan jelentette ki, hogy a kémia, mint önálló tudományág megszűnt és ezért elegendő matematikát és fizikát tanítani.

A matematizálódó kémia veszélyes kihatással lehet a középfokú oktatásra. Egyrészt azért, mert sokan vannak azok, akik nem értenek a kémiához és mint laikusok meggyőződve érvelnek a „megszűnőben levő” kémia tanítása ellen. Másrészt azért, mert a közvetlenül szemléletes ismeretanyag csökken és fokozottabb mértékben várunk absztrahálást tanulóinktól.

A megszűnésre vonatkozó gondolatokkal, abszurditása miatt, nem kívánok tovább foglalkozni. Remélem, hogy az illetékesek sem veszik komolyan e szélsőséges nézeteket. Az absztrahálás túlzott mértékű és korai igénye azonban elgondolkodtató, mert az ismeretek tudássá válásának hatásfoka a megértéssel arányos.



A tudományos szintet ezért kell letranszformálni a középfokú oktatásban résztvevők átlagos értelmi és életkori mércéjéhez. A megértéssel megerősített kémiai alaptudásra a felsőoktatás építse fel a szimbólumokban rejtőző egzakt kémiát.

### *Tudományos, vagy pongyola?*

Az előzőekben kifejtett gondolatsor felébresztheti azt az ellenvetést, hogy a tudományosan is elfogadott kémiai ismeretrendszeret támadom és a jelenlegi gimnáziumi szint megtartásáért érvelek. Ezt a visszafelé vezető utat feltétlenül ki kell kapcsolni a gondolkodásunkból. *Az eddig tanított kémia elavultsága ismert, és ennek korszerűsítése elengedhetetlen feladat.* A megoldáshoz vezető út azonban olyan legyen, hogy a gyengébb szervezet is sikerélménnyel járhassa végig. A túlságosan meredek út az edzett felnőtteknek való. Serdülőkorból türelmesen végig kell járni a kerülőkkel könnyített, hosszabb útvonalat. Ilyenkor nincs mindig a szemünk előtt a cél, de a különböző oldalról elő-előbukkanó látvány serkentőleg hat a cél elérésére, a természet megismerésére.

A tudományos értékű egzakt megfogalmazások lebontása az alsóbb szinten tanulók számára elkerülhetetlenül csorbítja az igazságot, csökkenti az egyértelműséget. Pongyolasággal vádolni azonban az egyszerűbb fogalmazást csak akkor lehet, ha az nagyvonalúságával téves ítéletekhez vezet. *Nem pongyola az a stílus, amely egyszerűségével, szemléletességével egyirányú haladáshoz ad egy-egy lépcsőfokot.* Kitélendők ezzel azok a hágazatok, amelyek a megismerés folyamatában keletkeznek akkor, ha a végső igazság kimondásával türelmetlenek vagyunk, és emiatt az átlagos tanuló lemaradása gyakori.

Csak tisztelettel beszélhetünk azokról a szaktekintélyekről, akiknek volt vagy van bátorságuk közérthetően, szemléletesen írni, előadni, tanítani és együttthaladni az átlagos képességű tanulókkal.

### *A megértés elsőbbsége*

Meggyőződéssel vallom, hogy a szerkezetelméletre felépített kémia megtanulása könnyebb, mint a klasszikus, lexikális jellegű „vegytan”. Megértése produktív tudássá válhat. A gondot abban látom, hogy sikerül-e mértéktartó transzformációt megvalósítani, miközben a tudományosságot csak megbocsáthatóan sértjük meg. Az egyszerűsítés célja az, hogy az adott értelmi és életkori tulajdonságokkal rendelkező tanuló megérthesse a természettudományos környezet mozgásainak indítékait.

*Kiindulópontként szükség van olyan tapasztalásra, amely képzetalkotásaival megindítja az elvont gondolkodást.* A képzetalkotásra alkalmas információk a kémiai mozgások feltárásában nem tükrözhetik mindig az eredeti valóságot. El kell fogadnunk azokat a modelleket, amelyek csak kikötésekkel igazak, de a megismerés folyamatában előrehaladó lépcsőfokokat jelentenek. Ezek nélkül egyetlen meredek lépcsőfokká válna a megismerés, de az eredmény tartóssága kérdőjelezhető lenne. A közbenső lépcsőfokok teszik folyamatossá a megismerést és megérthetővé a kémia világát, a természetes környezet kémiai eseményeit.

### *A megértést elősegítő lépcsőfokok, mint ismerethordozók*

A kísérletezés elsőrendősége régi alaptétel a szakmódszertanban. Funkciója azonban változáson ment át. **A tanári bemutató kísérletek mellett előretört az önálló kísérleti tapasztalatok gyűjtése, a tanulók ismeretszerző cselekedete.**



Nemcsak szemléltető a jelenségnek, hanem előidézői is. Ennek az értékes módszernek az elterjedése egyrészt tanári elhatározást, másrészt anyagi, illetve tárgyi alapot kíván. Általánosságban ezért maradt meg a jelentősége a tanári kísérletezésnek is. Indokolt kívánság viszont a demonstráció hatékonyságának növelése. Ehhez üzembiztos berendezések, megbízható vegyszerek, és a láthatóságot fokozó módszerek kellenek. Jelentős szerepe van az írásvetítőnek mint a kivetíthető kísérletezési módszer eszközének. A lenyűgöző méretűvé nőtt kísérletező rendszer látványa mellett, meggyőző események tanúi lehetünk egy-egy bemutatás alkalmával. A tanulók érzelmi világába is bevonul a kémia, és az élmény emlékké válása valószínűbb. A szerkezetelméletek szükséges bevezetése után ezért sem csökkenhet a szemléltetés.

Új módszerek, eszközök kellenek, keresni kell a gondolkodást megindító kísérleti anyagokat, kémiai átalakulásokat. El kell látni az iskolákat a tanítási szemléletünknek megfelelő atom-molekulamodellekkel, kivetíthető, kiegészíthető rajzokkal, rövid kazettás trükkfilmekkel stb. A központi ellátás nemcsak a pedagógus tehermentesítését, az oktatómunkára fordítható energia növelését jelentené, hanem az egységes kémiai szemlélet kialakulását is biztosítaná. A megértéssel járó ismeretszerzési folyamatok igénye mellett ellentmondásosnak látszik az ismeretanyag mennyiségi csökkentése és annak tudományosabb megfogalmazását jelentő terv. Szükséges tehát a tanulmányi idő hasznosításának növelése. Ehhez kell biztosítani a megismerés fokozatosságát és a szemléltetés módszerének reneszánszát. Hazánkban sok értékes kezdeményezés és lehetőség van napjainkban is, amelyekkel az oktatáspolitikai céljaink irányába lehetne előrelépni, ha az egyéni érdek alulmaradna a nagyközösséget felemelő érdek mellett. A műszaki dokumentáció és információszolgáltatáshoz hasonlóan meg kellene szervezni az oktatásügyi információszolgáltatást is. Ennek feladata lenne megismertetni az iskolákkal a kísérleteket, az új eszközöket, mint pl., hogy jelenleg is készítenek hazánkban mérethű kalotte-modellt a Budai Műanyag KTSZ-ben, hogy a MŰM SZITEK forgalomba hoz írásvetítőre alkalmas rajzsorozatokot, hogy a Székesfehérvári Pedagógus Továbbképző Kabinet írásvetítőhöz készítettett kémiai ábraszorozatot, hogy a MIGÉRT-nél kapható az olcsó Pentacop másológép, amellyel írásvetítőhöz készíthető transzparens stb.

Panaszokkal-problémákkal kezdtem, a megértési folyamat elégtelenségével folytattam és javaslatokkal fejeztem be gondolataimat. Szerettem volna rámutatni arra, hogy minden terv értékét abban látom, ahogyan a kémiai gondolkodás és látás tudatos művelését segíti és ahogyan kiépíti a megértés egy-egy lépcsőfokát.



## Egy tanítási óra tapasztalatai a látogató szemével

A kémia tanterv a szakközépiskolák számára a kémia tanításának feladatait többek között a következőkben jelöli meg: „Mutassa be a kémia korszerű elméleti alapjait. Ezeknek megfelelően elemezze és magyarázza meg a alapvetően fontos anyagok tulajdonságait, átalakulásait, a velük kapcsolatos jelenségeket és folyamatokat közvetlen — kísérleti — tanulmányozásuk útján.”

Jelen művelődési anyag tanításának első évében célszerű elemezni — szinte óróról órára — milyen lehetőség van a korszerű kémiai szemlélet kialakítására, ébrentartására, elmélyítésére?

Az óra, amelyen jelen voltam *A hidrogén egyéb vegyületeit* dolgozta fel. Ismeretes, hogy ebben a tanítási egységben a hidrogénnek három vegyületéről: a  $\text{H}_2\text{O}_2$ -ról, a  $\text{HCl}$ -ről és a  $\text{H}_2\text{S}$ -ről esik szó. Törzanyagként a  $\text{HCl}$  szerepel.

A szaktanár a kovalens kötések tartalmazó, molekuláris szerkezetű vegyületekről tanultak felelevenítésével kezdte a munkát, majd a konkrét feladatok megjelölését követően a  $\text{HCl}$  gázt állította elő  $\text{NaCl}$ -ből tömény  $\text{H}_2\text{SO}_4$  segítségével. A keletkezett  $\text{HCl}$ -ot a „szökőkút-kísérlet” bemutatásával vízben oldotta. Szó esett ezután a szintézissel történő előállításról. Az ipari forma demonstrálása *A sósav szintézise* c. pergőfilm vetítése során történt meg. Az óra további részében a sósav kémiai tulajdonságainak vizsgálatát — 2–3 tanulóként — tanulói kísérletekkel végezték. Mind az előállítás, mind a jellemző kémiai reakciók jelenségvizsgálatát a reakcióegyenletek tanulók általi rögzítése követte. A tanítási egység rövid vázlatát írásvetítő segítségével adta meg a tanár. Az otthon készített vázlat az ismeretek rögzítését, a begyakorlást s a részbeni összefoglalást tette lehetővé.

A fejezet tárgyalásakor mód nyílt a  $\text{HCl}$ -molekula szerkezetének, a polarizált kovalens kötésnek a felidézésére. (Különböző atomok kapcsolódása 49. oldal.) Az oldódás magyarázatára; a sav—bázis reakciók újólagi értelmezésére. Ezzel magyarázható a sósav erős savi tulajdonsága is. (Sav—bázis reakciók 124. oldal.)

A sósavsintézis lényegének ismertetésével a szervesetlen vegyületek előállításának (176. oldal) egyik formáját elevenítették fel, s a konkrét példa révén az aktiválási energia sajátos megnyilvánulását (fotokémiai reakció — fény szerepe) is tapasztalták.

A kb. 5 perces film bemutatása az ellenáram elvének hangsúlyozásával a gyártás gazdaságosságát emelte ki.

A sósav reakcióinak — tanulók általi — bemutatása módot adott arra, hogy a korábban elsajátított elméleti ismereteket egy-egy jelenség kapcsán interpretálják, illetve alkalmazzák.

A magnézium, a cink oldása sósavban példát ad a redoxifolyamatok elmélyítéséhez, a hidrogén előállítási módjára, nem utolsósorban bemutatja a fémek oldhatóságát is. A sokoldalú vizsgálat mindenképpen a szilárdabb ismerethez, a biztosabb tudáshoz vezet.

A nátrium-hidroxid—sósav reakciója indikátor alkalmazásával újra idézte a „közömbösítés” lényegét.



Sorra került még az órán két reakció: az ezüst-nitrát—sósav, valamint a mészkő—sósav egymásra hatásának vizsgálata. Az ezüst-klorid csapadék előállítása az oldhatatlanság értelmezéséhez, a folyamatok egyirányúságának magyarázatához szolgált példaként. A mészkő—sósav reakció előremutatott: A szénsav és a karbonátok c. fejezet kérdéseinek egyike veti fel a problémát: Mi történik, ha kalcium-karbonátra sósav hat?

### Néhány következtetés

— A szaktanár törekedett a kémia korszerű elméleti alapjainak a bemutatására, felidézésére.

— Ennek megfelelően elemezte az egyik alapvetően fontos anyag, a HCl tulajdonságait.

— Eleget tett a kísérleti tanulmányozás kritériumának, hiszen a tanári bemutatáson túlmenően tanulók vizsgálták a jelenséget.

— Az óra azonban mégsem volt hibátlan. Miért? A túl sokféle feladat; tanári demonstráció, tanulói kísérletezés, pergőfilm vetítése, írásvetítő alkalmazása igen zsúfolt programot adott. Természetes, hogy ennyiféle mozzanat egy-egének megteremtése nem könnyű feladat.

Újabb miérthez jutunk el: a szaktanár tapasztalatlansága miatt adódott ez a probléma? Úgy hiszem — nem. A tankönyv a kémia korszerű elméleti alapjait igen színvonalasan oldja meg. Ugyanakkor a leíró (elemeket, vegyületeket ismertető) részben nem foglalkozik a korszerű ismeretek alkalmazásával, legalábbis következetesen nem. Kísérletekre is ritkán támaszkodik. A jelenségek értelmezésénél legtöbbször a legegyszerűbb jelrendszert alkalmazza, jóllehet ez nem fejezi ki a lényegét. Hozzunk példát erre más tanítási egységből is: például *A sók vizes oldatának kémhatása* c. fejezetben szó esik a karbonátion bázisjellegéről, a hidrogén-karbonát-ionokká alakulásról. Ugyanakkor *A vízkeménység, vízlágyítás* c. fejezetben már az előzőekben kialakított ismeretre nem támaszkodik, „daltoni” szimbolika segítségével írja fel a hidrogén-karbonátok képződési folyamatát.

Ezeket a problémákat érzi az órát tartó tanár is. A sokféle szemléltetési lehetőséget azért alkalmazta, hogy a sokoldalú vizsgálódás révén valóban ismerjék meg a tanulók az egyik legfontosabb anyagot, a hidrogén-kloridot; teremtsenek sokoldalú, tantárgyon belüli koncentrációt. Ennyiféle feladat megoldása persze 45 percben nem lehetséges.

Az előbbi okok miatt az apróbetűs kiegészítő-tájékoztató anyag részleteinek megbeszélése elmaradt az órán. Futólag esett szó a  $H_2O_2$ -ről, illetve a  $H_2S$  előállításával a jellegzetes „záptojásszag” érzékelésére nyílt lehetőség.

— A tankönyvben található reakciók egyszerű felírása, a jelenség szintjén történő értelmezése hibájába a szaktanár is beleesett. Az elvégzett kísérletek reakcióit hagyományos felírással rögzítették.

— A kezdeti nehézségek, problémák ellenére egyetlen kémia szakos tanár számára sem lehet vitás, hogy a közismereti kémiaanyag a korábbihoz képest igen nagy előrelépést jelent. Túlás nélkül állítható, hogy mint didaktikai megoldás a gimnáziumban tanító tanároknak is sok segítséget ad a munkához, bemutatva a korszerű kémiai ismeretek tanítási módját.

A tanítás során adódó hiányosságok felszámolása többszöri tanítással oldható meg. Most tehát minden — a tárgyat tanító — szaktanárnak gyűjteni kell azokat a tapasztalatokat, amelyek a korrekciók, a finomítások végrehajtásához alapot adnak.

— E rövid elemzéssel ehhez a gyűjtőtevékenységhez kívánok hozzájárulni.



# A tantervmódosítás szellemében történt

A tantervmódosítás szerint:

„A tanterv legfontosabb célkitűzése... olyan természettudományos szemlélet megalapozása, mely lehetővé teszi számunkra a természet jelenségeinek materialista szemléletben történő megközelítését.”

A tantervmódosításnak megfelelően készült irányító tanmenet alkotó felhasználása lehetőséget teremt, hogy az összefüggések megláttatása kerüljön előtérbe a lexikális ismeretek felhalmozása helyett.

Ezt a fajta szemléletváltozást egyértelműen mutatja a „Szénhidrátok” című tananyagrészt kimunkálásának teljesen új koncepciója.

Az irányító tanmenet a téma feldolgozását, az eddigi 3 óra helyett 2 órában javasolta. Ez a változtatás nem egyszerű tananyagcsökkentést jelentett, hanem az anyagrészt olyan átrendezését igényelte, amely fokozottabban tette lehetővé a tanulók dialektikus gondolkodásmódjának és természettudományos szemléletének megformálását.

A témát a következő módon dolgoztuk fel.

## 1. óra

### A cukrok, a keményítő, a cellulóz

A feldolgozás módszere: az összehasonlítás.

Bevezetésként az otthoni tapasztalatból már ismert, szemléltetett anyagokat ismerték fel és nevezték meg a tanulók (pl.: kristálycukor, szőlőcukor, háztartási keményítő, liszt, vatta, szűrőpapír).

Közlés: ezek az anyagok mind *szénhidrátok*.

#### 1. Szénhidrátok elnevezése honnan származik?

(Összetételre utal.)

Vizsgáljuk meg kísérlettel!

Bemutató kísérlet: cukor, keményítő, cellulóz (vatta) elszéneseítése.

A megfigyelési szempont: hasonlóság, ill. különbség keresése.

Elemzés: hasonló viselkedés kiemelése

(száraz lepárlás, bomlás, azonos bomlástermékek).

Következtetés: azonos alkotóelemek: C, H, O.

Szénhidrátok fogalmának kifejtése, rögzítése (1. sz. melléklet).

#### 2. Szénhidrátok tulajdonságainak megfigyelése

a) Alkotóelemeinek ismeretében vajon éghető anyagok-e a szénhidrátok?

Igenlő hipotézis igazolása kísérlettel.

Bemutató kísérlet: vatta égetése.

A megfigyelési szempont: égéstermékek megfigyelése.

Elemzés: láthatóan „eltűnt”, azaz gáz halmazállapotú égéstermékek keletkeztek:  $\text{CO}_2$  és  $\text{H}_2\text{O}$ .

Kiterjesztés: azonos alkotóelemek alapján a cukorra és keményítőre is.

Következtetés: bármely szénhidrátot elégetjük  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  és  $\text{H}^+$  keletkezik (1. sz. melléklet).

b) A fizikai tulajdonságok közül, az íz összehasonlítása az eddigi (otthoni) tapasztalatok alapján.

Cukor: édes.



Keményítő, cellulóz: nem édes.

Következtetés: ízük eltérő.

c) Oldékonyság összehasonlítása kísérletben.

(Előtte az oldódás folyamatának felidézése.)

A megfigyelési szempont: cukor, keményítő, cellulóz oldékonyságának összehasonlítása.

Elemzés: oldékonyság különböző.

Problémafelvetés: Mi az eltérés oka?

A tanulók eddigi tanulmányaik alapján a molekulaszervezetben, ill. az atomok mennyiségének különbségében keresték az eltérés okát.

Kiegészítettük azzal, hogy a molekulák méretbeli különbségén múlik.

Melyik a legkisebb, ill. legnagyobb molekulájú szénhidrát?

A kérdés önálló eldöntése után beszéltük meg, hogy a növényi szervezet több száz szőlőcukor-molekulából keményítőt, több ezer molekulából cellulózt épít fel.

Tapasztalatainkat a táblán rögzítettük (1. sz. melléklet).

A mennyiségi és minőségi változások összefüggésének tudatossá tétele azon alapult, hogy a kísérletekkel szemléletessé tudtuk tenni azt a tézist, hogy a mennyiségi eltérések az egyes, azonos elemekből felépülő anyagoknál minőségi különbséget idéznek elő.

A tanulókat felszólítottuk, hogy — eddigi ismereteik alapján — hozzanak fel példákat arra, hogy az alkotórészek mennyiségi viszonyainak megváltozásakor a létrejövő anyagok tulajdonságai is eltérők lesznek (pl. szénhidrogének, kőolajpárlatok).

3. A szénhidrátok előfordulásának megbeszélése a 7. o. élővilág tantárgy „Virágos növények szervezete” c. témakörének felhasználásával történt.

4. A szénhidrátok felhasználási területeit a tanulók önállóan keresték ki a tankönyvből.

Összefoglalásként a felhasználás és a megismert tulajdonságok kapcsolatára mutattunk rá.

Az óra tapasztalatait összefoglalva: az eddigi lineáris anyagelrendezés helyett alkalmazott összehasonlító módszer lehetővé tette

- a gondolkodási műveletek magas szintű gyakorlását;
- a kémiai szemlélet és elemzőkészség továbbfejlesztését;
- a dialektikus szemlélet elmélyítését a mennyiségi és minőségi összefüggések megláttatásával;
- a természettudományos tantárgyakkal való koncentráció révén az időszerű, komplex természettudományos gondolkodás formálását.

## 2. óra

### Tanulókísérlet

Kísérleti anyag: a keményítő.

A feldolgozás módszere: önálló kísérletezés a félmikrokémiai eszközökkel.

Az óra célja: a keményítő tulajdonságainak megismerése;

a kísérletező- és elemzőkészség fejlesztése;

a szénhidrátokról az előző órán szerzett ismeretek elmélyítése.

Az óra anyaga a táblavázlat szerint került feldolgozásra (2. sz. melléklet).

\*

Tapasztalatunk szerint az eredetileg 3 órában elrendezett tananyag 2 órára való sűrítése sem az ismeretek mennyiségére, sem a megértés mélységére nem



volt negatív hatással. A tudnivalók koncentrált befogadására készítő tervezés az intellektuális feszültséget fokozta, a tanulók aktivitását növelte.

A tanulás fogalmának széles értelmezéséből következően alkalom nyílt arra, hogy figyelembe vegyük, rendszerezzük a gyermekek eddigi — témánk szempontjából fontos — természettudományos tapasztalatait.

Önállóságuk mind a kísérletek, mind az ismeretszerzés és alkalmazás egyéb formái során teret kaphatott.

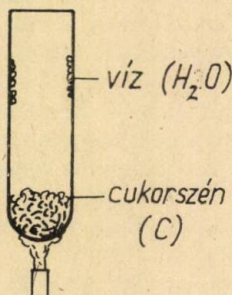
Az ellenőrzés azt bizonyította, hogy a tanulók a kívánt tartalmú teljesítményt nyújtották.

1. sz. melléklet

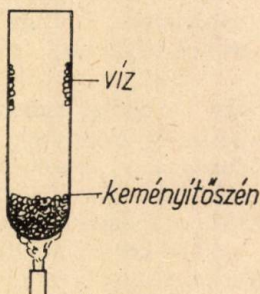
## TÁBLAVÁZLAT A SZÉNHIDRÁTOK

### 1. Összetétel

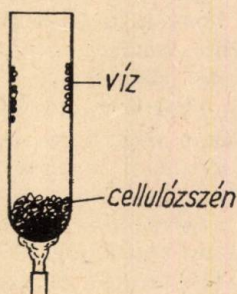
Cukor



Keményítő



Cellulóz

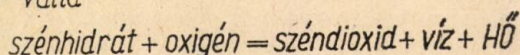


Hévítés elszénesezés (bomlás)

A szénhidrátok szénből, hidrogénből és oxigénből álló vegyületek.

### 2. Tulajdonság

Eghető:



Oldékonyság: különböző

Oka: a molekulák nagysága különböző

Cukor



hideg víz

oldódik

Keményítő



hideg víz

nem oldódik



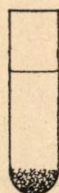
meleg víz

oldódik

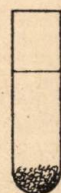
Cellulóz



víz



alkohol



benzin

nem oldódik

$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$  szőlőcukor ( $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ) · 100

( $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ) · 1000

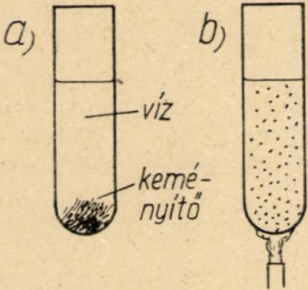
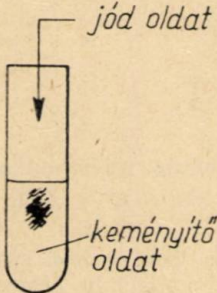
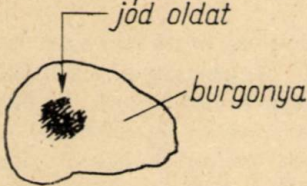
### 3. Előfordulás: zöld növények

### 4. Felhasználás

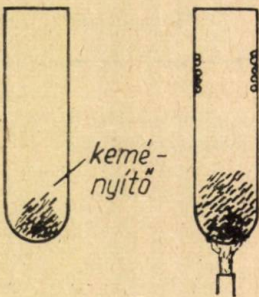


# A KEMÉNYÍTŐ

2. sz. melléklet

| Kísérlet                                                                                                                      | Megfigyelés                                                    | Magyarázat                                      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| <p>1. Keményítő oldása</p>                    | <p>a) Hideg vízben nem oldódik<br/>b) Meleg vízben oldódik</p> | <p>Főzéskor elcsirizesedik (nagy molekulák)</p> |
| <p>2. Keményítő kimutatása</p>              | <p>Sötétkék színeződést mutat</p>                              | <p>Jódoldattal jellemző kék színreakciót ad</p> |
| <p>3. Keményítő kimutatása burgonyából</p>  | <p>Sötétkék színeződés</p>                                     | <p>A burgonya keményítőt tartalmaz</p>          |



| Kísérlet                                                                                                            | Megfigyelés                                                  | Magyarázat                                                                        |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| <p>4. Keményítő elszenesítése</p>  | <p>Vízpárna (<math>H_2O</math>)</p> <p>Keményítőszén (C)</p> | <p>Bomlás következett be, a keményítő<br/>C, H, O<br/>atomokból álló vegyület</p> |

DR. SÁRIK TIBOR,  
főiskolai docens, Eger, Ho Si Minh Tanárképző Főiskola

## Megjegyzések az általános iskolai tanári kézikönyvek használatához I.

A Kémia Tanítása 1975/1. számában megjelent „Gondolatok az általános iskolában használatos tanári kézikönyvekről” c. cikk ösztönzött arra, hogy egy cikksorozatban leírjam ezzel kapcsolatos gondolataimat.

A cikk írója helyesen állapítja meg, hogy sok kezdő, nem szakos kartárs szó szerint átveszi a kézikönyv által adott szakmai és módszertani útmutatásokat. Ez akkor sem volna helyes, ha a jelenlegi kézikönyv teljesen korszerű volna, a kézikönyv szerepe ugyanis csak ötletek adása, gondolatok ébresztése. *De a jelenleg használatos kézikönyv ma már sok tekintetben elvesztette aktualitását, természetesen nem a könyv szerzőinek hibájából, hanem a fejlődés eredményeként.*

Miután néhány évig még a jelenlegi tankönyveket és kézikönyveket kell használnunk, szükséges, hogy a kartársak ezekben jól eligazodjanak. Az utóbbi években történő sok változtatás ugyanis sok kartársban zavart keltett, különösen azokban, akik valamilyen okból nem tudták rendszeresen figyelemmel kísérni ezeket a változtatásokat (pl. több éven át nem tanítottak kémiát, más szakosok stb.).

Ezt az eligazítást próbálnám megkísérelni a soron következő cikkekben majd konkrétan, de most még néhány általános problémára szeretnék kitérni. Ennek érdekében vizsgáljuk meg először egy összehasonlító táblázatban a 7. és 8. osztályos anyag összefüggéseit az órátípusok szerint, mert ebből következtetni lehet a módszertani változásokra is.



7. osztály

| Témakör                                             | 1964-es<br>feldolgozás                                                                       | 1974-es<br>feldolgozás                                                                                                                                                                     |
|-----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| IA Néhány ismert<br>anyag és változás<br>vizsgálata | Új ismeret feldolgozó 18 óra<br>Tanulókísérlet 3 óra<br>Összefoglalás,<br>rendszerezés 3 óra | Új ismeret feldolgozó 17 óra<br>Új ismeret tanuló-<br>kísérlettel feldol-<br>gozva 5 óra<br>Gyakorlás (munkál-<br>tatás) 3 óra<br>Összefoglalás,<br>rendszerezés 2 óra<br>Ellenőrzés 1 óra |
|                                                     | Összesen: 24 óra                                                                             | Összesen: 28 óra                                                                                                                                                                           |
| IB Kémiai jelek,<br>jelölésmódok                    | Új ismeret feldolgozó 6 óra<br>Tanulókísérlet* 1 óra<br>Összefoglalás,<br>rendszerezés 2 óra | Új ismeret feldolgozó 6 óra<br>Gyakorlás 4 óra<br>Összefoglalás,<br>rendszerezés 1 óra<br>Ellenőrzés 1 óra                                                                                 |
|                                                     | Összesen: 9 óra                                                                              | Összesen: 12 óra                                                                                                                                                                           |
| II. Szénvegyületek                                  | Új ismeret feldolgozó 10 óra<br>Tanulókísérlet 1 óra<br>Összefoglalás 2 óra                  | Új ismeret feldolgozó 10 óra<br>Új ismeret tanuló-<br>kísérlettel 2 óra<br>Gyakorlás 2 óra<br>Összefoglalás 1 óra<br>Ellenőrzés 1 óra                                                      |
|                                                     | Összesen: 13 óra                                                                             | Összesen: 16 óra                                                                                                                                                                           |
| III. Tüzelőanyagok                                  | Új ismeret feldolgozó 10 óra<br>Üzemlátogatás 2 óra<br>Összefoglalás,<br>rendszerezés 2 óra  | Olvasmány 2 óra<br>Üzemlátogatás 2 óra                                                                                                                                                     |
|                                                     | Összesen: 14 óra                                                                             | Összesen: 4 óra                                                                                                                                                                            |
| Év végi ismétlés                                    |                                                                                              | Ismétlés 3 óra<br>Tanári rendszerezés 2 óra<br>Ellenőrzés 1 óra                                                                                                                            |
|                                                     | Összesen: 6 óra                                                                              | Összesen: 6 óra                                                                                                                                                                            |
| Összesen:                                           | 66 óra                                                                                       | 66 óra                                                                                                                                                                                     |

\*Az oxigénes tanulókísérlet teljesen helytelenül ide lett iktatva.

Az összehasonlító táblázatból több dolog is kiderül:

1. Az 1964-es tanmenetjavaslatok (lásd: A Kémia Tanítása 1964. 88—97. old., illetve A Kémia Tanítása 1966. 104—114. oldal) csak 3-féle „órátípust” ismernek:

a) új ismeret feldolgozása (ez jórészt frontális osztálymunkával történt). Ezek kiteszik az óráknak több mint  $\frac{2}{3}$  részét.



## 8. osztály

| Femakör                                               | 1964-es<br>feldolgozás                                                                                                | 1974-es<br>feldolgozás                                                                                                                                    |
|-------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| I. Kémiai alap-<br>fogalmak                           | Új ismeret feldolgozó 9 óra<br>Összefoglalás,<br>rendszerezés 3 óra<br>Összesen 12 óra                                | Új ismeret feldolgozó 7 óra<br>Gyakorlás 4 óra<br>Összefoglalás 1 óra<br>Ellenőrzés 1 óra<br>Összesen: 13 óra                                             |
| II. A legfontosabb<br>szervetlen<br>vegyületcsoportok | Új ismeret feldolgozó 22 óra<br>Tanulókísérlet 4 óra<br>Összefoglalás,<br>rendszerezés 10 óra<br>Összesen: 36 óra     | Új ismeret feldolgozó 22 óra<br>Új ismeret, tanuló-<br>kísérlet 5 óra<br>Gyakorlás 4 óra<br>Összefoglalás 3 óra<br>Ellenőrzés 3 óra<br>Összesen: 37 óra   |
| III. A legfontosabb<br>ipari fémek                    | Új ismeret feldolgozó 9 óra<br>Tanulókísérlet 2 óra<br>Összefoglalás 2 óra<br>Üzemlátogatás 2 óra<br>Összesen: 15 óra | Új ismeret feldolgozó 7 óra<br>Új ismeret, tanuló-<br>kísérlet 1 óra<br>Gyakorlás 1 óra<br>Összefoglalás 1 óra<br>Üzemlátogatás 2 óra<br>Összesen: 12 óra |
| Év végi ismétlés                                      | Összesen: 3 óra                                                                                                       | Ismétlés 3 óra<br>Ellenőrzés 1 óra<br>Összesen: 4 óra                                                                                                     |
| Összesen:                                             | 66 óra                                                                                                                | 66 óra                                                                                                                                                    |

b) tanulókísérletek (reproduktívak: a tanulók megismélik a már egyszer bemutatott kísérleteket). A rögzítést, gyakorlást, ismétlést jól szolgálják.

c) összefoglalás-rendszerezés, ismétlés. Ide beiktatódik az ellenőrzés is, ami akkor főleg csak szóbeli számonkérést jelentett.

2a) A mai elgondolás a frontális új ismeretfeldolgozás mellett — amelynek száma viszonylag csökkent — nagyban épít a tanulókísérletes-munkalapos új anyag feldolgozására. Ehhez a kartársak meg fogják kapni a segítséget a munkafüzetekben. Ennek módszeréről már több cikk is megjelent.

b) Az 1964-es tanmenetjavaslatban nem szerepeltek gyakorló órák. Örven-  
detes, hogy ez a helyzet megváltozott. Ezek vezetéséhez nagyon hiányzik még  
több segítség, amit megpróbálok a következő cikkemben megadni.

c) Az évközi összefoglaló-rendszerező és az év végi ismétlőórákhoz is nagy  
segítséget jelentenek majd a munkafüzet munkalapjai. Jó lenne, ha ezek ki-  
töltése után iktatnák be a kartársak a gyakorlóórákat, hogy a meglevő hibákat  
meg korrigálhassák.

d) Végül az ellenőrző feladatlapminták is jó szolgálatot tehetnek, bár azokat  
meg tovább kell tökéletesíteni.



Az elmondottak alapján az új munkaeszközök (munkafüzet stb.) már a következő évben nagy segítségére lesznek a kartársaknak. Az óráknak kb. 30—40%-ra könnyebb lesz a felkészülés. A többi órákra való alapos felkészüléssel munkánkat korszerűbbé tehetjük. Erre szükség is van, mert az új tantervi követelményeknek csak korszerű módszerek alkalmazásával tudunk majd eleget tenni.

SZUNDY GIZELLA

gimnáziumi tanár, Budapest

## A gimnáziumok írásbeli és szóbeli érettségi vizsgáinak anyaga a korszerű szemlélet és a tanulók felkészülése szempontjából

Az anyagkijelölés és Útmutató húsz témakört jelöl meg, amelyeket az érettségire jelentkező tanulókkal közölhetünk — és közölnünk kell. Mindegyik témakörnél pontosan fel van tüntetve, hogy melyik tankönyvben és hol található a témakör anyaga. Ez elősegítheti a témakörök egységes értelmezését és határvonalaik megállapítását. — A korszerűsítés problémáját nekünk kell megoldanunk, mint ahogy ezt a tanítási órákon is tenni szoktuk.

A kémiai érettségizők egy része harmadik osztályban tanulta utoljára a tárgyat, akkor is szerves kémiát, több-kevesebb atomszerkezeti értelmezéssel. — Az Útmutatóban — a követelmények között — a bevezető szakaszban és a hét pontra (a—g) felbontott követelményekben is — az atomszerkezeti értelmezés, magyarázat elsőrendű fontossággal, alapvető jelleggel szerepel. Ez így jó és korszerű; minimálisra csökkenti — az adott húsz témakörben — a memorizálást, könnyebbé és eredményesebbé teszi a felkészülést. Biztonságérzetet is ad a tanulónak, ha felkészülése nem témabetanulás, hanem a lényeges alapfogalmak ismételése és alkalmazása lesz.

Milyen segítséget adhatunk ehhez, amivel csakugyan használunk — és milyen segítséget ne adjunk? — Az utóbbi, amit nem célszerű tennünk: a témakörök „kidolgozása”, tehát mintegy kész témakörvázlat vagy szöveg létrehozása, amit a tanulók leírnak (sokszorosítanak) — és betanulnak. Éppen ennek az elkerüléséért jött létre már az első kémiaérettségi alkalmával is érvényes utasítás (GÉV 26. §), hogy a tételeket részleteikben sem közölhetjük a tanulókkal.

Nemcsak az Útmutató szellemével és a GÉV paragrafusával, de az ismeretekről való számot adás lényegével ellenkezik az egymástól független szövegek betanulása. A tanulók elég nagy százaléka pedig szívesen hoz még fáradtsággal járó áldozatot is azért, hogy a gondolkodás egyéni erőfeszítésétől megszabadultnak érezhesse magát. Ezt tanítási órákon sok változatban és gyakran tapasztalhattuk.

A hasznos segítségre bizonyosan sok jó módszert lehet találni. A következőkben néhány példával azt mutatom be — vázlatosan —, amit az eddigi ké-



miai érettségi vizsgák tapasztalatai alapján — az adott témaköröknél használhatónak gondolok.

Az általános kémiai fogalmak, ismeretek közül néhányat több anyag és folyamat jellemzésénél is felhasználhatnak, összefüggéseiben, következményeiben kifejtethetnek a tanulók. Ezek a fogalmak szét nem választhatóan összetartoznak, de megfigyelésünk szempontjai szerint, hol egyik, hol másik kerül előtérbe.

Valamilyen vonatkozásban minden témakörnél szerepelnie kell az olyan alapvető és általános érvényű fogalmaknak, mint a *mozgás különböző formái* — az *energia* — a *vonzóerők* fajtái; az atomi részecskéknek a *stabilitás* megvalósítása, a fizikai, kémiai folyamatoknak *egyensúlyra* és *energiaminimumra* való irányulása.

A felsorolt alapismereteket — segítséggel — a tanulók megkereshetik az egyes témakörökben. — Ahhoz, hogy meg is találják, a fogalmakat, a röviden kifejezett ismeretanyagot részletesebbé kell bontanunk, így könnyebben felismerik a témakörökkel való kapcsolatukat.

Felsorolok néhány példát az ilyen felbontásra; a témakörök sorszámát zárójelben közlöm.

Az atom *elektronjainak mozgása* az atommag erőterében, egy centrum körül. — A kovalens kötések kötőelektronjainak mozgása a több centrumú pályán összefügg az energiatartalommal, a vonzó- és taszítóerőkkel (proton—elektron, elektron—elektron) és az energiaminimum megvalósításával.

A kémiai kötések közvetve összefüggenek a kötésben levő atomok rendszámával (1. sz. téma), mivel a protonszámtól függ az elektronburok szerkezete. Az elektronvonzás mértéke (amit az elektronegativitás kifejez) viszont közvetlenül függ az előbbiektől — és eredményezi a kapcsolat ionos, kovalens vagy fémes jellegét.

Az atomok és ionok mérete is összefügg a rendszámmal, a protonvonzásnak az egyes elektronhéjakra gyakorolt hatásával, és azzal, hogy ebből mennyi jut a külső héj egy vagy több elektronjára (3. sz. téma). A térbeli elrendeződés egyik meghatározója a részecskék mérete, a másik az intermolekuláris erők nagysága, természete (Van der Waals, H-híd). Elsősorban ezekről függ a fizikai állandók értéke is.

A *szimmetria*—*aszimmetria*, *stabilitás* és *reakcióképesség* szoros összefüggésben van. A poláros molekulák töltéaszimmetriájának következménye a teljes vagy részleges elektrolitos disszociáció (7. sz. és 17. sz. téma).

Aszimmetrikus felépítésű, nagy elektronegativitású atomokat tartalmazó molekulák és hidrogén kapcsolata, és a kötésben részt nem vevő elektronpárokat tartalmazó funkciós csoportok okozzák a szerves vegyületek közül egyes szénhidrátok és a fehérjék nagymértékű reakcióképességét is (18—19., 20. sz. téma).

Hasonló módon lehet a *stabilitás* fogalmát felújítani; összefüggését a hőmérséklettel, nyomással és a kötésenergiával (13. sz. téma). Utóbbi a telített és telítetlen jelleg magyarázatánál is szerepel.

Az egyensúlyi állapotban levő rendszert — és viselkedését külső behatásra — exoterm—endoterm folyamatoknál; mólszámcsökkenéssel vagy növekedéssel járó reakciók esetén, nyomás vagy hőváltozásra — az energiaminimum törvényére lehet visszavezetni (11. sz. és 12. sz. téma).

Ha az általános kémiai ismeretek felújítása (vagy megszerzése) a néhány felsorolt szempont szerint sikerült, még könnyebbé és gyakorlatibbá tehetjük a fogalmak értő megjegyzését, ha konkrét példákra alkalmazhatjuk.



Kijelöljük pl. a harmadik vagy a negyedik periódus elemeit; ezek közül ki kell választania a tanulónak két-három olyan elemet, amelyekkel a legtöbb kémiai alapismeretet, összefüggést, kölcsönhatást, törvényszerűséget tud bemutatni. Az energiaproblémákkal kapcsolatban több mód is van arra, hogy időszerű gazdasági, ipari egyezményeink indokoltságát, hasznosságát is értékelje a jelölt, mint az olefinegyezmény, a timföledelektrolízis (13. és 14. témakör).

FÓRIÁN-SZABÓ ZOLTÁN  
gimn. tanár, Budapest

## Kísérletek a Korrózió c. anyagrészhez

A korrózió korszerű tanítását már eddig is megkönnyítette A Kémia Tanítása 1967. 4. számában megjelent dr. Szalay Tibor—Tóth Ágnes „A korrózió folyamatának értelmezése az Evans-féle levegőztetési galvánelem segítségével” c. közleménye. Kiegészítésül néhány kísérletet lehetne hozzáfűzni, amelyek a tanítási gyakorlatban jól beváltak.

### 1. Helyi elem keletkezése

*Szükséges eszközök:* Egy db. Petri-csésze, 1 db. 250 ml-es főzőpohár, üvegbot, 3 db 40—50 mm-es (nem rozsdás) vasszög, vékony rézdrót, Bunsen-égő, vasháromláb, azbesztháló, tégelyfogó.

*Szükséges vegyszerek:*  $K_4[Fe(CN)_6]_2$ , NaCl, fenolftaleinoldat, agar-agar.

*Idő:* A kivitelezés 10 perc, eredmény: néhány óra múlva.

150—200 ml vízben kiskanálnyi konyhasót oldunk, 0,5 g agar-agart teszünk bele, majd azbeszthálóra téve melegítjük. Üvegbottal addig keverjük, míg az agar-agar teljesen feloldódik. A meleg oldathoz 8—10 csepp fenolftaleinindikátort cseppentünk, elkeverjük, majd 1 g vörösvér-lúgsót oldunk föl benne. (Ha a lúgos kémhatás miatt vöröses színűvé válna az oldat, akkor egy csepp híg sósavval világossárga színig savanyítjuk vissza.) Az így nyert oldatot melegen Petri-csészébe öntjük, vízszintes helyre téve megvárjuk, míg az oldat áramlása megszűnik. Ezután helyezzük az oldatba az előzőleg előkészített három vasszöget.

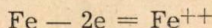
Az egyik szög közepére vékony, előzőleg lecsiszolt rézdrótot csavarunk szorosán, legalább 15—20 menetet. A másiknak megreszeljük kissé a hegyét és a fejét, a harmadikat tégelyfogóval vagy csipesszel feléig lángba tartjuk, felizzítjuk, majd hagyjuk kihűlni.

*Megfigyelés:* Már néhány óra elmúltával azt tapasztaljuk, hogy azokon a helyeken, ahol a vas oldatba megy, a szögek környéke megkékül. Azokon a helyeken, ahol a helyi elem másik pólusa alakul ki, a szögek környékén levő kocsonya megvörösödik. Az agar-agar lassítja az ionok diffundálását, ezért a színeződés még napok múlva is a megfelelő „elektroda” környezetében marad.



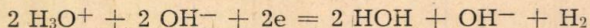
A Petri-csészét írásvetítőre helyezve, az egész osztálynak kényelmesen mutatható és magyarázható a folyamat, de akár frontális tanulói kísérletnek is kiválóan alkalmas.

*Magyarázat:* A kialakult helyi elem negatív pólusán a vas oldatba megy (oxidálódik), a leadott elektronok a fémén maradnak:



A kék elszíneződést a keletkező Turnbull-kék és Berliini-kék csapadék,  $\text{Fe}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]_2$  és  $\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$  keveréke okozza.

A pozitív póluson protonok vesznek fel az elektronokat:



Minthogy az anód környezetében csökken a protonok koncentrációja, (növekszik az  $\text{OH}^-$ -ionoké) ezért itt a fenoltalein megpirosodik.

*Eredmény:* Nemcsak ott alakul ki helyi elem, ahol az elektrolit két különböző elektronegativitású fémrel érintkezik (első szög), hanem ugyanazon fémdarab különböző részei között is. A hevített vasszögnek pl. az izzítás hatásán a legintenzívebb az oxidálódása, míg a többi részen elenyésző. A két végén megcsiszolt szög a csiszolási helyeken oxidálódik leginkább. Ugyanazon fémdarab egyes részeinek eltérő elektronegativitása a kristályszerkezet és a fémfelület megváltozásával magyarázható.

## 2. Vas korrodálása más fém jelenlétében.

### Katódos fémvédelem

*Szükséges eszközök:* Ugyanazok, mint az előző kísérletnél, de a három vasszög helyett most három nagyméretű, nem rozsdás gemkapocs, 1—1 db kb.  $5 \times 10$  mm-es cink- és rézlemezdarabka.

*Szükséges vegyszerek:* ugyanazok, mint az előző kísérletnél.

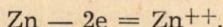
*Idő:* A kivitelezés 10 perc, eredmény: néhány óra múlva.

A kísérlet végrehajtása is megegyezik az előző kísérletével, csak most a szögek helyére az előkészített gemkapocsokat helyezzük a még meleg agar-agarba. Az első gemkapocsba a lecsiszolt Zn-lemezkét, a másodikba a lecsiszolt Cu-lemezkét szorítjuk be. A harmadikat magában helyezzük az oldatba.

*Megfigyelés:* Néhány óra múlva a rézlemez „megtűzött” kapocs környéke erősen megkékül, a rézlemez széleinél a kocsonya megpirosodik. A cinklemez „megtűzött” kapocs szemmel láthatóan nem korrodál, fényes felületét napok múlva is megőrzi. A kapocs környezetében azonban az anódra jellemző piros szín jelenik meg. A cink felületén fehér elszíneződés jelzi azt, hogy a Zn megy oldatba. A lemez nélküli kapocs egyik helyén kék, másik helyén piros elszíneződést mutat a kocsonya. Írásvetítőre helyezve az osztálynak magyarázható, vagy tanulói kísérletként is végezhető.

*Magyarázat:* A réz és a vas közül a vas a kevésbé elektronegativ fém (mindenki nézi a saját periódusos rendszerén!), tehát ez adja le az elektronjait, ez lép oldatba. A folyamat ugyanaz, mint az előző kísérletnél, az elektronokat itt is a protonok vesznek föl. (Érdeklődőbb osztállyal ki lehet gondoltatni, hogy a jelenlevő ionok közül melyik a legelektronvonzóbb, — nyilván a proton!)

A cink és a vas közül a cink a kevésbé elektronvonzó fém, ezért ez megy oldatba:



(A Zn felületén megjelenő fehér elszíneződésnek az az oka, hogy a keletkezett  $\text{Zn}^{++}$ -ionok fehér  $\text{K}_2\text{Zn}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]_2$  csapadékot adnak a vörösvérulágsóval.)



A vas most azért nem ad le elektront (azért nem megy oldatba), mert elektromegatívabb a vele érintkező cinknél. Felületén most a protonok semlegesítődnek, mint előbb a réz felületén. A vas környezetében tehát csökken a protonkoncentráció, ezért a fenolftalein lúgos kémhatást mutat.

Meglepő tapasztalat, hogy a lemez nélküli gemkapcsos is szabályos helyi elem alakul ki, az elszíneződések mutatják a pozitív és negatív sarkok helyeit. Az előző kísérlet alapján már a tanulók is rájönnek, hogy a hajlításkor, ill. a huzal vágási felületein megváltozott a vas kristályszerkezete. A különböző kristályszerkezetű fémrészek pedig különböző elektronegativitásúak.

**Eredmény:** A vas mindaddig nem megy oldatba, amíg nála kevésbé elektromegatív fémrel összeköttetésben van. Addig ez a fém oxidálódik, a vas felületén csak a protonok redukálódnak. Rámutatunk a gyakorlati alkalmazások fontosságára.

\*

A korrózió tárgyalását a még jelenleg használatban levő II. o. gimnáziumi tankönyv 66. oldalán látható *galvánelem-kísérlet* vezeti be. Hogy a polarizáció ne zavarja a tanulók megfigyelését, célszerű a cinklemez előzőleg *amalgámozni*. (Lecsiszolás után Hg-só oldatba áztatni.) Így jóval nagyobb és tartósabb áramot kapunk.

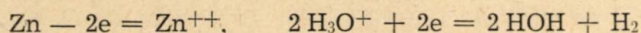
\*

Jobb képességű osztálynak mutatható, vagy szakkörön magyarázható a **zseblámpaelem modellje**:

A galvánelemek működése ugyanis a tanulókat érdekli. Nincs a jelenlegi tananyagban jobb hely, ahol ezt tárgyalni lehetne.

**A kísérlet egyszerű formája:** híg sósavoldatba amalgámzott Zn-lemezt és szénrudat merítünk, összekötjük 1,5 V-os izzóval. A izzó elég hosszú ideig világít, a polarizáció miatt egyre halványabban. (Ha az elektródákat kivesszük a sósavból, leöblítjük [= depolarizáljuk], az izzó újra világít.)

A reakciók ugyanazok, mint a fent megismertek:



**A valóságot jobban megközelítő forma:**

**Szükséges eszközök:** 150 vagy 250 ml-es hosszú főzőpohár, mázatlan agyaghenger, szénelektroda, Zn-elektroda (vagy Zn-lemez), krokodilcsipeszek és csatlakozó huzalok. Esetleg: feszültségmérő műszer, 1,5 V-os izzó, 2 V-os kis motor.

**Szükséges vegyszerek:** aktív szén,  $\text{MnO}_2$ ,  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ,  $\text{ZnCl}_2$ , keményítő.

**Idő:** 10–15 perc.

A főzőpohárba beleállítjuk az agyaghengert. A henger palástja és a pohár közti teret  $\text{NH}_4\text{Cl}$ -ből,  $\text{ZnCl}_2$ -ből és keményítőből kevés vízzel készített péppel töltjük meg. A henger belsejébe  $\text{MnO}_2$ -ből és elporított aktív szénből kevés vízzel készített pépet töltünk. A henger közepére a szénelektrodát állítjuk, a Zn-lemezt vagy Zn-rudat a külső pépbe tesszük. (A pépeket célszerű üvegbottal tömöríteni.)

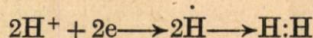
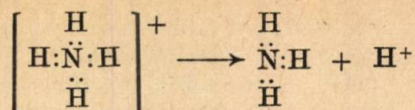
**Eredmény:** A szén-, ill. Zn-elektrodára kötött izzó világít, a rákötött kis motor forog, a műszer 1,5 V-ot mutat stb.

**Magyarázat:** A kísérleti összeállítás a zseblámpaelem egy cellájával teljesen azonos felépítésű.

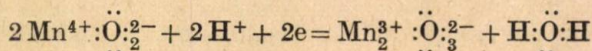
A Zn elektronleadás közben oldatba megy:  $\text{Zn} - 2e = \text{Zn}^{++}$

Az ammóniumionok adják le azokat a protonokat, amik majd felveszik az elektronokat:





E reakció következtében azonban rövid idő alatt hidrogénréteg vonná be a katódot, ami ellengalvánelemhez vezetne. Hogy ezt megakadályozzuk,  $\text{MnO}_2$ -dal vesszük körül, ami megköti a protonokat és elektronokat (a barnakő redukálódik):



A szénrúd szerepe tehát csak annyi, hogy a  $\text{MnO}_2$ -hoz vezesse az elektronokat.

A fenti kísérletek — tapasztalatom szerint — megkönnyítik a tanulóknak ezen anyagrész korszerű szintű elsajátítását.

KISS FERENC  
tanár, Tapolea

## Laboratóriumi eszközök készítése huzalból

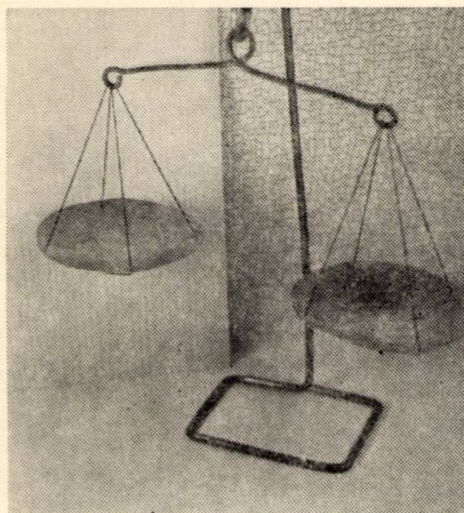
Napjainkban egyre több elképzelés látott már napvilágot az oktató-nevelő munka korszerűsítéséről. A korszerűsítési törekvések zöme azonban magas műszaki kulturáltságú pedagógust tételez fel, tágas tantermekkel és gazdag szertárakkal. De mi történjen azokban a — többségükben falusi — iskolákban, ahol ezek a feltételek nem biztosítottak?

A tanulói kísérletek csak akkor fejlesztik az önálló gondolkodást, ha azokat méréssel, számolással kötjük egybe. Ezt a munkát már általános iskolában el kellene kezdeni. Még a legkorszerűbb városi iskolákban sincs annyi mérleg a szertárban, hogy az osztály minden tanulója végezne méréseket. Igen egyszerű eljárással készíthetünk mérleget házilag is. A mérleg talpát és tartóját egyetlen darab 5 mm átmérőjű acélhuzalból készítsük el. Az anyagot satuba szorítva, kalapáccsal hajlítjuk meg a kívánt méretűre. Akkor jó a hajlítás, ha a mérleg talpa stabilan áll az asztalon. A mérlegkart szintén összefüggő 3 mm átmérőjű acélhuzalból alakítjuk ki. A huzaldarabot rákalapáljuk a tuskére, majd újra befogjuk, s tovább hajlítjuk, míg a szem egészen kerekre záródik. Mérlegkarunk akkor jó, ha az a mérleg állványára akasztva vízszintes helyzetben megáll, „egyensúlyhoz”. Alumínium, vagy ónozott vaslemezről két darab  $100 \times 100$  mm-es szakaszt szabunk ki. Ollóval, reszelővel kerekre alakítjuk, majd domborítókalapáccsal megadjuk a serpenyők végleges alakját. A serpenyők felfüggesztését cérnaszállal is megoldhatjuk.

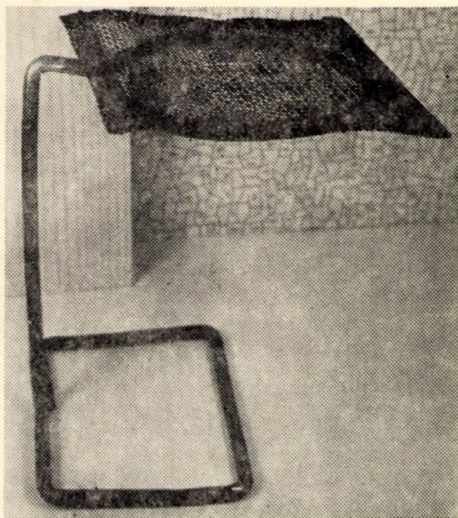
A mérleg mellett másik leggyakrabban használatos eszközünk a Bunsen-állvány. Alig van olyan kísérlet, melynél ne kellene melegíteni, főzni, forralni



vagy égetni. A célnak megfelelő méretű Bunsen-állványokat házilag is olcsón készíthetünk. Ennek elkészítése még a mérlegnél is egyszerűbb. Csupán egyetlen darab 5 mm átmérőjű acélhuzal kell hozzá. Az alakítást satuban végezzük kalapáccsal, megfelelő méretű hajlítóvas segítségével. Ügyeljünk arra, hogy a kész munkadarab jól rögzített állapotban feküdjék asztalunkra.



*Egyszerű mérleg tanulói kísérlethez*



*Bunsen-állvány egyszerű kivitelezése*

## FOLYÓIRATSZEMLE

### HIMIJA V SKOLE 1973. 4—6. SZ.

4/68 P. P. Csernov:

Gázok égésének és gázelegyek robbanásának bemutatása

A gáz felfogására 200—400 ml űrtartalmú polietilén zacskót ajánl a szerző. A pontos leíráshoz ábrák is tartoznak.

4/72 M. G. Hacirevics:

Csőkígyó készítése üvegből

Rövid leírást és ábrát találunk a cikkben az érdekes üvegtechnikai feladathoz.

4/73 Sz. I. Ljivsic—A. D. Szmirnov:

Egyszerű félvezető-egyenirányítók

Az elektrokémiai folyamatok bemutatásához kis egyenfeszültség szükséges. Az egyenirányítást házilag is megoldhatjuk a szerzők útmutatása szerint.

5/87 Sz. Sz. Berdonoszov—J. V. Vlaszenko—G. V. Liszicskin:

Érdekes kémiai kísérletek

Szakköri foglalkozások céljára alkalmas kísérleteket ismertet a cikk. Néhány példa: tűzijáték üvegen, folyékony arany, éghetetlen kendő...



## СОДЕРЖАНИЕ

|                                                                                                                                                        |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Д-р Д. Секер: Результаты промышленной химии в Венгрии .....                                                                                            | 65  |
| Д-р Д. Варнаи: Идеи в перерыве урока химии .....                                                                                                       | 78  |
| И. Бади: Опыт учебного занятия с точки зрения посетителя .....                                                                                         | 82  |
| А. Орос: В духе изменения учебного плана .....                                                                                                         | 84  |
| Д-р Т. Шарик: Замечания к употреблению справочников для преподавателей<br>начальных школ .....                                                         | 88  |
| Г. Сунди: Материал письменных и устных экзаменов на аттестат зрелости гим-<br>назий с точки зрения современного взгляда и подготовленности учеников .. | 91  |
| З. Фориан-Сабо: Эксперименты для учебного материала: „Коррозия“ .....                                                                                  | 93  |
| Ф. Киш: Изготовление лабораторных приборов употребляя проволоки .....                                                                                  | 96  |
| О журналах .....                                                                                                                                       | B/3 |

## INHALT

|                                                                                                                                                                             |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Dr. Székér, Gyula: Produktions der chemischen Industrie in Ungarn .. .. .                                                                                                   | 65  |
| Dr. Várnai, György: Gedanken in den schulfreien Tagen des Chemieunterrichts                                                                                                 | 78  |
| Frau Imre Bágyi: Erfahrungen einer Lehrstunde mit den Augen des Besuchers<br>gesehen .. .. .                                                                                | 82  |
| Frau András Orosz: Es geschah im Geiste der Lehrplanumarbeitung .. .. .                                                                                                     | 84  |
| Dr. Sárík, Tibor: Bemerkungen zum Gebrauch der Handbücher für Lehrer<br>der Grundschulen .. .. .                                                                            | 88  |
| Szundy, Gizella: Der Stoff der schriftlichen und mündlichen Maturitätsprüfun-<br>gen vom Gesichtspunkte der zeitgemässen Anschauung und Vorbereitung<br>der Schüler .. .. . | 91  |
| Fórián-Szabó, Zoltán: Versuche zum Stoffteil „Korrosion“ .. .. .                                                                                                            | 93  |
| Kiss, Ferenc: Herstellung von Laboratoriumsgeräten aus Draht .. .. .                                                                                                        | 96  |
| Rundschau .. .. .                                                                                                                                                           | B/3 |

## CONTENTS

|                                                                                                                                                                          |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Dr. Gy. Székér: The accomplishments of chemical industry in Hungary .. ..                                                                                                | 65  |
| Dr. Gy. Várnai: Some ideas in the breaks of chemistry teaching .. .. .                                                                                                   | 78  |
| I. Bágyi: Experinces of a visitor after a lesson .. .. .                                                                                                                 | 82  |
| A. Orosz: In accordance with the modification of the curriculum .. .. .                                                                                                  | 84  |
| Dr. T. Sárík: Notes on the manuals for elementary-school-teachers .. .. .                                                                                                | 88  |
| G. Szundy: Test material of the final exams at grammar-schools, both written<br>and oral, from the point of view of modern aspect and the knowledge<br>of pupils .. .. . | 91  |
| Z. Fórián-Szabó: Experiments for the teaching material of „Corrosion“ .. ..                                                                                              | 93  |
| F. Kiss: Lab-tools made of filaments .. .. .                                                                                                                             | 96  |
| On journals .. .. .                                                                                                                                                      | B/3 |



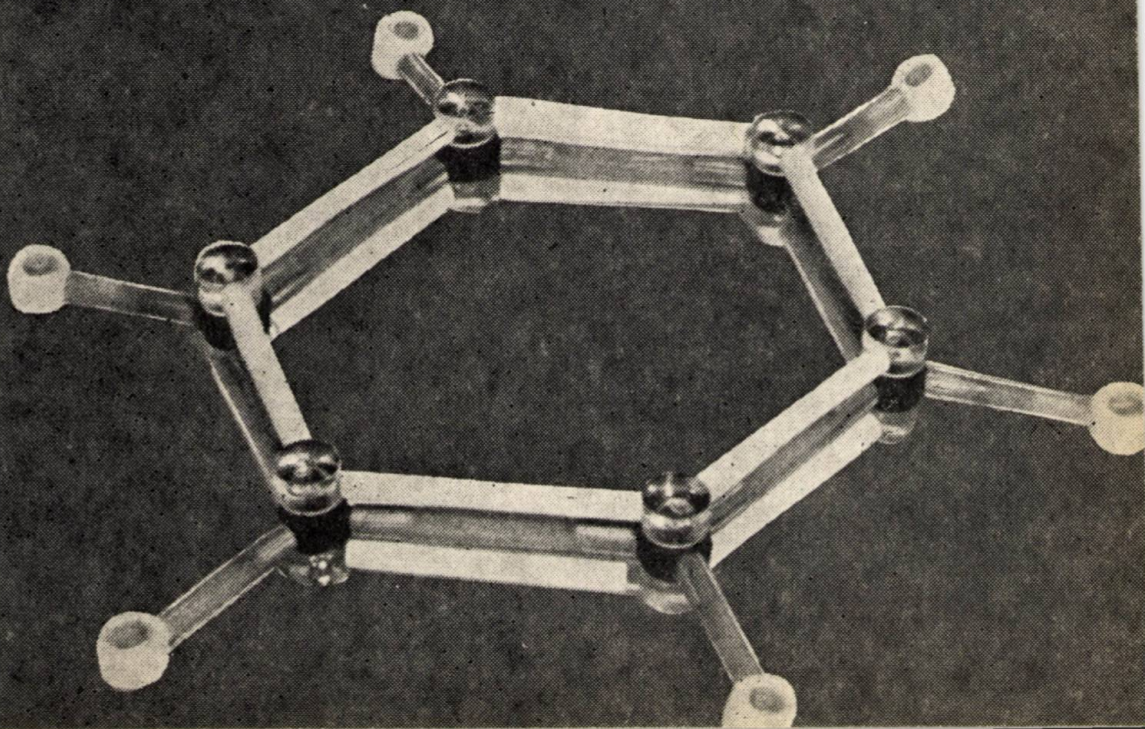
# A KÉMIA TANÍTÁSA

1975

4

XIV. ÉVF.

Az Oktatási Minisztérium módszertani folyóirata





# A KÉMIA TANÍTÁSA

AZ OKTATÁSI  
MINISZTERIUM  
MÓDSZERTANI FOLYÓIRATA

SZERKESZTŐ:

DR. BALÁZS LÓRÁNT

Szerkeszti:

A SZERKESZTŐ BIZOTTSÁG

Szerkesztőség:

1406 Budapest VII., Gorkij fasor 17.  
Országos Pedagógiai Intézet Kémia  
Tanszéke. Telefon: 228-238, 228-203,  
229-275, 228-609, 228-823. — Kiadja a  
Tankönyvkiadó, 1363 Budapest V.,  
Szalay utca 10-14. — A kiadásért fe-  
lős a Tankönyvkiadó igazgatója. —  
Terjeszti a Magyar Posta. Előfizethet-  
ő bármely postahivatalnál, a kézbe-  
sítőknél, a Posta hírlapüzleteiben és  
a Posta Központi Hírlap Irodánál  
(KHI, Budapest V., József nádor tér  
1., telefon: 180-850, postacím: 1900 Bu-  
dapest) közvetlenül vagy postautal-  
ványon, valamint átutalással a KHI  
215-96 162 pénzforgalmi jelzőszámra.  
Előfizetési díj egy évre: 14,40 Ft.

75. 4809 - Révai Nyomda, Budapest.  
F. v.: Povárny Jenő

Megjelenik évente hatszor

Kérjük a Kartársakat, hogy  
közlésre szánt cikkeiket gé-  
pelve, két példányban küld-  
jék meg a szerkesztőség  
fenti címére. — A papír-  
lapnak csak egyik oldalára,  
kettes sortávolsággal ír-  
janak. Egy-egy oldalra 30  
sort gépeljenek. A sor hosz-  
za 66 betűhely. A cikkek  
terjedelme legfeljebb 4—5  
gévelt oldal lehet. A rajzo-  
kat, táblázatokat külön la-  
pon, megfelelő ábraszöveg-  
gel (aláírással) ellátva  
küldjék be.

Szerkesztőség

## A SZERKESZTŐ BIZOTTSÁG

Hinora Sándorné, Kovács László, dr. Körner Mik-  
lósné, Michalovszky Csabáné, dr. Pataki László, dr.  
Rácz Fodor Benő, dr. Rozgonyi Jánosné, Sárdi Bé-  
láné, dr. Szűcs László

## TARTALOM

|                                                                                                                 |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Máté Jánosné: Az 1975/76. tanév feladatai                                                                       | 97  |
| Harka Katalin: A 30. évforduló a kémia-<br>órán .. .. .                                                         | 98  |
| Mojzes János—Cs. Nagy Gábor: Modellek<br>néhány alkalmazási lehetősége a szer-<br>ves kémia tanításában .. .. . | 101 |
| Dr. Perczel Sándor: Feladatlapok alkalm-<br>mazása a tanulókísérleti órákon .. .. .                             | 108 |
| Dr. Sári Tibor: Megjegyzések az általá-<br>nos iskolai tanári kézikönyvek hasz-<br>nálatához II. .. .. .        | 115 |
| Pirinó Ida: A csoportmunka kísérleti ki-<br>próbálása Heves megyében .. .. .                                    | 120 |
| Kísérlet .. .. .                                                                                                | 124 |
| Kémiai Fejtörő .. .. .                                                                                          | 126 |





MÁTÉ JÁNOSNÉ  
országos szakfelügyelő  
Országos Pedagógiai Intézet

## Az 1975/76. tanév feladatai

„Az elmúlt évben javultak a világnézetűi oktatás és nevelés feltételei, csökkent a tanulók túlterhelése, emelkedett az oktató-nevelő munka színvonala, bővült a diákönkormányzat, benne a tanulók tevékenysége” — állapította meg a XI. kongresszus. A kongresszus iránymutatása és tapasztalataink, eredményeink alapján jelölhetjük meg feladatainkat.

1. „Minden szinten javítani kell a világnézetűi oktatás és nevelés tartalmát és formáját.” (MSZMP XI. kongresszusának határozatai V. fej. 4. pont.)

A világnézetű formálásának alapja a kémiatanításban maga a kémia, amely témáinál fogva alkalmat ad világnézetűi kérdések tisztázására. A fogalmak, tények azonban önmagukban semmiféle világnézetűt nem tartalmaznak. A tudományos eredményekhez másféle világnézetű is hozzákapsolható. A mozgás és az anyag kölcsönös kapcsolatának, a szerkezet és tulajdonság összefüggésének, a megmaradási tételeknek a bemutatása különösen alkalmas arra, hogy az elszigetelt ismereteket összefűző világképet alakítsunk ki.

2. „Erősítsük tovább a szocialista hazafiságot, a proletár internacionalizmust.” (MSZMP XI. kongresszusának határozatai V. fej. 1. pont.)

A békés egymás mellett élés alapvető tendencia ma. A béke fenntartására irányuló akarat a fejlődés biztosítóka. Mégis tudomásul kell vennünk, hogy két világrendszer létezik egymás mellett. Mi a szocialista világrendszerbe tartozunk, ez fejlődésünk, nemzeti felemelkedésünk záloga. A szocialista táboron belül magyarok vagyunk, büszkéek nemzeti hagyományainkra, ápoljuk azokat.

A kémiatanítás lehetőségei ezen a nevelési területen kisebbek, mint az irodalom-, történelem- vagy földrajztanításé. A megfelelő anyagrészeknél azonban jól érzékelhető, mit jelent kis területű és népességű országunk vegyipara számára energiahordozók, nyersanyagok szempontjából a szocialista gazdasági integráció. A hazafiság érzését is erősítsük! Emlékezzünk meg neves hazai kémikusainkról és új vegyipari létesítményeinkről a tanterv adta kereteken belül.

Tanuljunk a múltunkból.

„Az, hogy nem volt mindenki számára érthetően tisztázva: mi az egész magyar nemzet érdeke, rengeteg embert tévútra vezetett vagy megbénított.

Tehát világos a feladat a közösség és az egyén számára egyaránt. Megteremtteni a helyes nemzeti tudatot. Összehangolni a nemzeti közösségi érzést és a nemzetközi közösségi érzést. Vagyis a szocialista népek együttesében megoldani



a magyarság sajátos sorsproblémáit." (Idézet Illyés Gyula nyilatkozatából. Népszabadság, 1975. január 12.)

3. „Alapvető követelmény a fizikai dolgozók gyermekeinek hathatós tanulmányi segítése valamennyi iskolai fokozatban.” (MSZMP XI. kongr. határozata, V. fejt. 4. pont.)

A fizikai dolgozók gyermekeinek hátránya általában nem gazdasági, anyagi természetű. A vagyoni szelekció helyét a tanulmányi szelekció váltotta fel. A fizikai dolgozók gyermekeinek esetleges gyengébb eredménye azonban gyakran visszavezethető a családok közötti művelődésbeli különbségekre. A személyiség kulturális igény szintjének alakulása, motivációs rendszere, a kódelsajátítás (nyelvhasználat) stb. nem függetlenek a környezet elvárásaitól. A családi környezet és egyéb tényezők adta hátrányok kiegyenlítésének feladata főként az iskolára vár. Nem kivételezett, de egyéni bánásmódra, a kultúra, tudomány iránti érdeklődés felkeltésére, az adottságok fejlesztésére van szükség anélkül, hogy a többi tanulót károsítanánk.

Társadalmunk, államhatalmunk természetéből következik az a törekvés, hogy az értelmiség ne váljék önmagát újratermelő réteggé.

4. Fontos feladatunk a tantervmódosítás során kialakult módszertani kultúra ápolása, előkészület az új tantervek fogadására. Fontos az eszközkészlet fejlesztése is, de az eszköz önmagában még nem biztosítja az eredményességet, ha megfelelő szervezeti forma, módszer nem társul hozzá. Ha elfogadjuk azt az állítást, hogy minden képesség tevékenység által fejleszthető, arra kell törekednünk, hogy tanulóink kevesebbet figyeljenek és többet tevékenykedjenek. (A tevékenység tágabb, nem csupán manuális értelmében.) Nem feltétlenül az a jó, ami új, hanem ami eredményesebb, jobban aktivizál, gondolkodtat. Az IEA vizsgálat eredményei szerint (Báthory Zoltán: Természettudományos oktatásunk helyzete. MTA, Bp., 1974.) rosszak a magyar tanulók eredményei a magasabb rendű gondolkodási műveleteket (analízis-szintézis) igénylő feladatokban és a kísérletezéssel, kutatással kapcsolatos ismeretek terén. Ennek kétségtől okai, hogy a képességfejlesztés a természettudományok tanításában — így a kémia tanításban is — elmarad a tárgy által kínált lehetőségektől, s nem eléggé folyamatos. Fel kell figyelnünk erre, hiszen az érdeklődés, kísérleti tevékenység, problémamegoldó képesség, világnézeti látásmód egymást erősítő és nélkülözhetetlen tényezők munkánkban.

HARKA KATALIN

tanár, Budapest

Steinmetz Miklós Gimnázium

## A 30. évforduló a kémiaórán

*(Egy kiállítás tapasztalatai)*

Az 1974/75-ös tanév oktató-nevelő munkájának fő feladatait a felszabadulás 30. évfordulójának méltó megünneplése jelentette. Az elmúlt 30 év történelmi jelentőségének méltatását, politikai-gazdasági fejlődésének bemutatását iskolánkban is kiemelt feladatnak tekintettük.

A kémia szaktárgyi munkaközösség a tanév elején tartott megbeszélésen úgy döntött, hogy a szocializmus építésével szoros összefüggésben levő vegyipar fej-

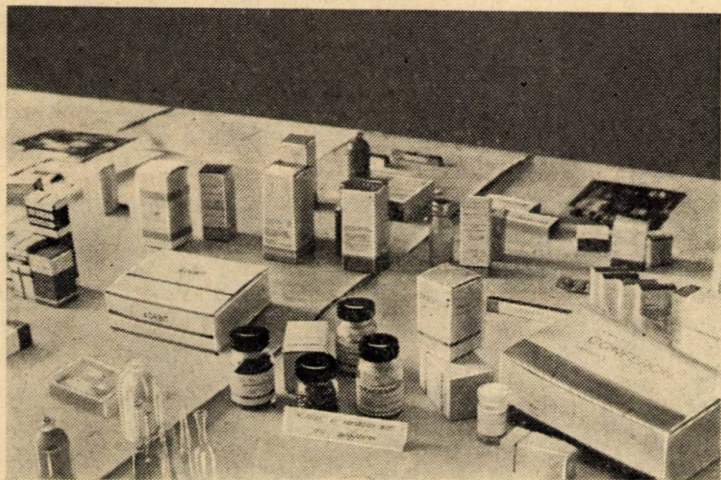


lődését érzékeltetni — a legmegfelelőbb módon — egy „termékbemutatóval” lehet. A fejlődés összefoglalását nem számadatok és összehasonlítások alapján kívántuk bemutatni, hanem a tanulóifjúság korosztályának megfelelően — hatásaiban szemléletes eszközökkel. Erre az alapgondolatra építettük az akkor még csak tervezett kiállítás megrendezését.

A tanulmányozott gazdasági, műszaki eredmények összevetése után úgy döntöttünk, hogy azokat az iparágakat mutatjuk be, amelyek fejlődése a felszabadulás után a legszembetűnőbb, a legjelentősebb volt.

Ezután kezdődött a több hónapig tartó gyűjtőmunka, s a vállalatok, intézmények szívesen álltak rendelkezésünkre. Ezúton is szeretnénk megköszönni szíves támogatásukat, azt a segítséget, amivel hozzájárultak kiállításunk megrendezéséhez.

Jelentős helyet kapott a bemutatón a gyógyszeripar, mert fejlődésében a legnagyobb arányú változást tudtuk érzékeltetni. Ezen iparág világszínvonalú fejlesztése vegyiparunk egyik legnagyobb eredménye. A gyógyszerek csoportosítása részben a gyártó vállalatok, részben a szervezetre gyakorolt hatásuk alapján történt. Bemutattuk gyógyszeralapanyagainkat, kutatás és kipróbálás alatt levő legújabb gyógyszereinket.



A műanyaggyártó és -feldolgozó ipar fejlődését a polimerizációval és kondenzációval készült termékek és azok alapanyagainak bemutatásával érzékeltettük. Néhány képen szemléltettük az alapanyagok megmunkálási módját. Itt törekedtünk arra is, hogy a tanulók megismerjék ugyanannak az alapanyagnak rendkívül széles körű felhasználását is.

A kőolaj feldolgozását reprezentáló termékeket és a kőolajból kinyerhető egyéb anyagokat a százhalombattai Dunai Kőolajipari Vállalat készítette iskolánk számára igen tetszetős és szemléletes formában.

Ritkán látott anyagot kaptunk — igaz, csak kölcsön — az Országos Gumiipari Vállalat Kiállítási Termétől. Bemutattuk a természetes és a mesterséges kaucsukot, nyersgumikeveréket. Így a tanítási órán megtanult képletek, összefüggések szemléletes tartalmat kaptak. A magyar gumiipar fejlődését nemcsak a késztermékként szereplő pl. a színes gumijátékok kiállításával, hanem az automatizált gépek alkalmazásával előállított termékek bemutatásával is szemléltettük.



Az anyaggyűjtés közben iskolánk új kapcsolatokat is kialakított néhány intézménnyel, akik a későbbiekben is szívesen segítik iskolánkat nemcsak kiállítási anyaggal, hanem szakmai témájú előadások megtartásával, üzemlátogatások megszervezésével, mint pl. az Országos Műszaki és Fejlesztési Bizottság Korrozíós Szakbizottságának főmérnöke, mérnökei. Ezen intézménytől kaptuk a segítséget a *lakk- és festékipar* fejlődésének bemutatására. Erre azért esett a választás, mert a felszabadulás előtt ez az iparág volt a legszétszórtabb. Közismert, hogy a korszerű festékek termelési volumene a felszabadulás után kb. ötvenszeresére növekedett.

Kiállítottuk a BUDALAKK legújabb festékeit, zománcbevonatait, valamint a TVK legújabb korróziógátló festékeit, alvázvédőit, zajcsökkentő masszát stb. Megpróbáltuk érzékeltetni tanulóifjúságunk előtt azt az óriási fejlődést is, amíg a házfűzésű szappantól eljutottunk a KHV és az Országos Növényolajipari és Mosószergyártó Vállalat által gyártott szintetikus mosószerekig.

Néhány tablón bemutattuk legújabb *cementműveinket*, a Diósgyőri Lenin Kohászati Műveket, mellette grafikonokon szemléltettük elért termelési eredményeiket. Hasonló módon került bemutatásra, mint legújabb létesítményünk, a leninvárosi Olefinmű. A vegyipar egyéb területeiről is gazdag képanyag, szakirodalom, tájékoztató leírás állt az érdeklődő tanulók rendelkezésére.

A termékbemutatót a laboratóriumban helyeztük el, s a két hétig nyitva tartó kiállításunkon így vált lehetővé, hogy egy-egy kémiaórát ebben a bemutatóteremben vezettünk le. A kiállítást az óráközi szünetekben is megtekinthették tanulóink, s információink alapján úgy ítéljük, hogy a sok előkészítő munka eredményeképpen sikerült felvillantatunk ily módon a szocialista vegyipar fejlődését.



A „kiállítási óra” fogalma ismeretlen a kémiai szakmódszertani irodalomban, de úgy gondoljuk, hogy egy-egy jelentős évforduló, jubileum adta lehetőséget érdemes felhasználni az előzőekben leírt, vagy az aktualitásnak megfelelően módosított órátípusformában, mert a tanítási órák monotonitásának csökkentése érdekében ez is egyik formája lehet a szemléletes oktatómunkának.



## Modellek néhány alkalmazási lehetősége a szerves kémia tanításában

Középiskolai kémiatanításunk fejlesztésének igen termékeny korszakát éljük. E tekintetben legjelentősebb eseménynek kétségtelenül az 1974-ben bevezetett szakközépiskolai tanterv, s az 1976-ra várható gimnáziumi tantervi reform számít. Kisebb hatású, de a maga nemében mégis számottevő korszerűsítési igényről és megvalósításról tanúskodnak azok az eljárások, amelyek a jelenlegi gimnáziumi tantervi követelményekhez igazodnak, s amelyek nagy részéről „A kémia tanítása” is beszámolt. Ezen törekvések indítékaikban jórészt megegyeznek: közös céljuk a kémiai ismeretátadás *hatékonyságának* növelése. Tantárgyunk természettudományos jellegéből adódóan a tanulói ismeretek legfőbb forrása a kémiai változásokat szemléltető kísérletek *közvetlen megfigyelése*. Az ismeretterjesztő folyamat e lényeges fázisának eredményességét jelentősen növelheti a félmikrotechnikai tanulókísérletek bevezetése és alkalmazása [1]. A tantárgy sajátosságából következik ugyanakkor az is, hogy a tapasztalatszerzés közvetlen formája nem minden esetben valósítható meg. Az atomok, molekulák igen kis mérete miatt az anyag finom szerkezetének és a folyamatok molekuláris mechanizmusának közvetlen demonstráló magyarázatára nincs lehetőség. A kémiai reakciók ipari megvalósítása pedig az üzemi méretek miatt nem „helyezhető el” közvetlenül a tanteremben. Ezért a tanulók számára a *közvetett megfigyelés* lehetőségét feltétlenül biztosítani kell, s ezen a területen jelentősen bővítette a klasszikus szemléltetés formáit az AV-technika bevezetése. A továbbiakban a közvetett megfigyelés igen hatékony segédeszközeinek egyikevel, a *kémiai demonstrációs modellekkel* kívánunk foglalkozni. Indoklásul megemlítjük, hogy

- a jelenleg érvényben levő tantervnek a szerves kémia tanításával kapcsolatos utasítása szerint: „... A szerves kémia tárgyalásában az enciklopédikus jellegű, emlékeztető adathalmazok helyett következtetésebbnek kell a rendszerező jellegű szerkezetelméletre építeni.” [2]
- a szerkezetelméleti fogalmak öncélú tanítása feltétlenül további tanulói túlterhelés forrása lenne. A molekulaszerkezetre vonatkozó tudományos felismerések csak akkor válhatnak a tanulók természettudományos világképének formálóivá, ha „kidolgozzuk és bemutatjuk a makroszkopikus tulajdonságok és az anyag szerkezete közötti összefüggéseket”. [3] Olyan ismeretátadási rendszerre van tehát szükség, amely biztosítja az asszociációs készség, a lényeglátás fejlődését. Ebben a rendszerben megkülönböztetett szerep jut a modelleknek.
- Bár rendelkezésre áll a TANÉRT által forgalmazott „Atomok és molekulák” elnevezésű modellkészlet (az általános és a középiskolák számára eltérő összeállításban), sőt beszerezhető az „EUGON”-készlet is, az iskolai gyakorlatban mind a mai napig nem nyertek a lehetőséggel arányos mértékű alkalmazást.
- E folyóirat hasábjain is elég ritka a modellek tudatos alkalmazását sürgető vagy bemutató közlemény. A legutóbbi három évfolyam számaiban mind-



össze egy ilyen jellegű cikk jelent meg; az is kizárólag gyakorlati vonatkozású. [4]

- Már második éve foglalkozunk eredményesen kémia szakos tanárjelöltek szakmódszertani gyakorlatain az „Orbit Molecular Building System” (OMBS) elnevezésű — a vázmodellek csoportjába tartozó — készlettel, amely — úgy véljük — a gyakorló pedagógusok körében is érdeklődésre tarthat számot.

A felsorolt tényezők alapján kívánunk a továbbiakban néhány — a kémiai modellekkel kapcsolatos — elvi és gyakorlati problémára kitérni.

A *modell-fogalom* sokféle megközelítésben tárgyalható, pl. általános, filozófiai stb. [5] A meghatározások közös vonása — s egyben a fogalom lényege —, hogy a modell bemutatja, visszatükrözi a vizsgált jelenség, objektum bizonyos jegyeit, szerkezetét, dinamizmusát. A modellek tipizálására szintén több lehetőség kínálkozik, amelyek közül most a felhasználási területet választjuk ki. Ilyen szempontból: heurisztikus (a tudományos megismerést szolgáló, kutatási célokra alkalmas) és demonstrációs (a tanári ismeretátadó tevékenységet kiegészítő) modelleket különböztetünk meg.

A *demonstrációs modellek* olyan, didaktikai célokat szolgáló — fából vagy műanyagból, ritkábban egyéb anyagok felhasználásával készült — makroszkopikus méretű segédeszközök, amelyek segítségével összeállítható egy-egy molekula arányosan nagyított mása úgy, hogy az valóságként szemlélteti a kérdéses molekula méretét, alakját, térkitöltését, szimmetria- és kötésviszonyait.

Az iskolai modellezés kezdetén — de még napjainkban is — használt golyópálcikás, illetve golyós modellek nem felelnek meg a felsorolt kritériumoknak. A molekulák térkitöltéséről, az atomok molekulán belüli elhelyezkedéséről, kötéstávolságról, méreteiről egyaránt torz képet adnak. Középiskolában való alkalmazásuk a daltoni atom-molekuláris elmélet túlhaladott volta miatt nem lenne szerencsés. A tényleges viszonyokat helyesen tükröző modellek készítéséhez a *van der Waals-rádiusz*, a *kovalens atomrádiusz* és a *kötésorientáció* (vegyértékszög) ismerete szükséges. Ezen adatok birtokában s a didaktikai elvek figyelembevételével lehetővé vált olyan készletek tervezése, amelyek eredményesen — s a tudományosság elvének megsértése nélkül — alkalmazhatók az iskolai demonstráció során.

A „demonstráció” kifejezés ebben az esetben sajátos tartalommal bír: a modellek alkalmazásával ugyanis lehetőség nyílik a hagyományos „közlő” jellegű bemutatásnál hatékonyabb, a tanulói ismeretszerzés szempontjából *aktív* szemléltetés megvalósítására. Megfelelő készlettel a tanulók maguk is dolgozhatnak már az új fogalom kialakításának fázisában, de ugyanúgy a gyakorlás és ellenőrzés során is.

A már említett, hazai gyártmányú „EUGON”-készlet — tudományos szempontból — eleget tesz a felsorolt követelményeknek, és rendelkezik mindazon előnyös sajátságokkal, amelyek a *kalotta-típusú modelleket* jellemzik. [6] Nem célunk a kalotta-modellek középiskolai alkalmazási lehetőségeit részletesen elemezni, csupán néhány olyan tényezőt említenénk, amelyek figyelmünket egy másik modellkészlet felé irányították:

- az atomkalotta-ok rögzített és meglehetősen kicsi mérete miatt a felépített modell tantermi demonstráció során csak kis távolságra látható jól,
- nincs lehetőség az egyes és kettős (vagy hármas) kötés közötti különbség érzékeltetésére,



- egy-egy nagyobb molekula (pl. a benzol) modelljének összeállítása, szétszedése eléggé nehézkes,
- több tanuló egyidejű foglalkoztatásának lehetősége korlátozott.

Az OMBS a kémiai demonstrációs modellek más típusát képviseli.

A készlet alapján a nemzetközileg elfogadott szabvány szerint színezett, műanyagból készült atomcentrumok képezik, amelyek — összhangban a vegyérték-elektronpár taszítási elmélettel [7, 8] — a következő kötésorientációkkal rendelkeznek:

- egyágú (egy vegyértékű),
- lineáris kétágú (két vegyértékű),
- szögben kétágú (két vegyértékű),
- szögben háromágú (trigonális),
- tetraéderes,
- oktaéderes,
- nyolcas és
- tizenkettes koordinációs centrum.

A kérdéses molekulát alkotó atomok műanyagcsövecskékkel kapcsolhatók össze, amelyek hossza — a készlethez mellékelt táblázatban megadott kovalens atomrádiuszok ismeretében — egyszerűen számolható, mérhető és szabható. Hangsúlyozzuk, hogy ezek a műanyagcsövek — jelentésüket illetően — nem a hagyományos „vegyértékkarokat” helyettesítik, hanem a *pontos kötéstávolságot reprezentálják!* A többszörös kötések szemléltetése szintelen poliacryl csapocskák felhasználásával történhet, a kötések közötti minőségi különbség pedig a műanyagcsövek eltérő színével érzékeltethető. Az egyszeres kovalens (szigma) kötés jelzése *zöld*, minden egyéb speciális kapcsolat — pi-kötés, hidrogénhid stb. — demonstrálása *fehér* színű műanyagcsővel történik. Az OMBS nem érzékelteti ugyan a molekulák térkitöltését (ilyen tekintetben tehát nagyobb absztraháló készséget igényel, mint a kalotta-modellek), ugyanakkor minden más — a modellekkel szemben támasztott — követelménynek szinte maradéktalanul megfelel. Így:

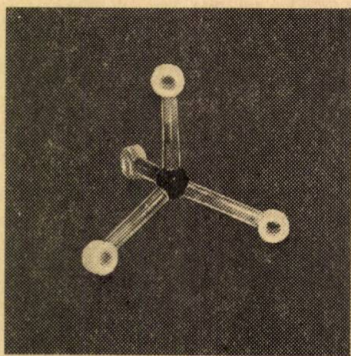
- a kötéstávolság relatív mérete és a kötésszög pontos, valóságos,
- az atomok, atomcsoportok kötés körüli rotációja biztosított,
- stabil, kellően merev, jól építhető és könnyen szétbontható,
- a többszörös kötések szemléltetése megoldott,
- a kialakítandó modell mérete a bemutatás, vizsgálódás körülményeihez igazítható, változtatható, anélkül, hogy a tényleges viszonyokat torzítaná,
- egyszerű kezelhetősége a tanulók foglalkoztatását is lehetővé teszi.

A készlet egyaránt alkalmas szerves és szervetlen molekulák, komplex vegyületek és kristályrács típusok szemléletes modellezésére. A felsorolt lehetőségek közül — a tananyag tartalmát, a tantervi követelményeket figyelembe véve — a továbbiakban a *szerves kémia néhány* jellegzetes témakörét vizsgáljuk:

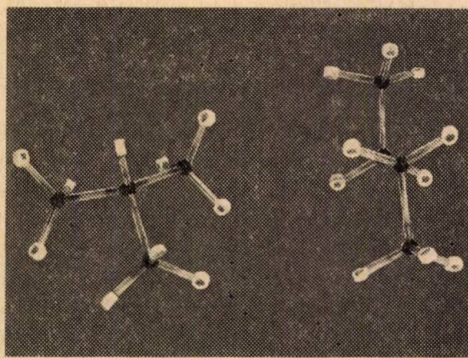
„A nyílt láncú szénhidrogének” c. témakör első óráján találkozunk a tanulók a szén tetraéderes vegyértékorientációja fogalmával. A tankönyv 13. oldalán olvashatjuk: „A képletek nem tükrözik pontosan a metánmolekula szerkezetét.” [9] Nem is tükrözhetik! A tanulók képzeletét a legszebb ábra sem képes olyan mértékben aktivizálni, mint a modell. Utóbbi *térbelisége* ugyanis a síkbeli rajzzal szemben utolérhetetlen előnyt biztosít. Az *1. ábrán mutatjuk be a metánmolekula modelljét*. (Kovalens rádiuszok:  $r_C = 0,77, \text{ \AA}$   $r_H = 0,30 \text{ \AA}$  a nagytávolság mértéke:  $1 \text{ \AA} = 3 \text{ cm}$ ).



A metánhomológok tanítása során használhatjuk ki először a készletben rejlő konstruktív lehetőségeket: a *tanulók maguk állíthatják össze* az etán, propán, bután modelljét. Így lesz a természetes számukra, hogy a szénatomok közötti kötés kialakulását illetően nincs „kitüntetett” elektronpár; a saját kezűleg felépített modell alapján felírhatják a molekula tapasztalati, majd szerkezeti képletét. Ez a sorrend azért jelentős, mert így „... a valóság és a szimbólum sokkal természetesebb kapcsolatba kerül...” [3] A homológ sorozat tagjai közötti összetételbeli különbség (a metilén-csoport) „kézzelfogható” valósággá válik, és a sorozat általános összegképletét is önállóan állapíthatják meg tanulóink. Sajnos, a középiskolások többsége ma még fordított sorrendben jut szerves kémiai ismereteihez. A síkbeli szerkezeti képlet valóságát torzító képe rögződik elsődlegesen a tanulóknál, s ez külön megnehezíti a szerves vegyületek sztereokémiai sajátságainak értelmezését.



1. ábra



2. ábra

Az izoméria tárgyalása során még tágabb lehetőség kínálkozik a modell alkalmazására. E fogalom kialakítása legtöbbször a hagyományos, beszélgető módszerrel történik. Az OMBS segítségével viszont lehetővé válik a téma feladatlapos irányítással történő egyéni (v. két-három fős csoportokban való) feldolgozása is. A tanulók megfelelő számú szén- és hidrogén-atomcentrumokat kapnak, s azt a feladatot, hogy ezek felhasználásával építsék fel az összes lehetséges butánmolekulát. (A 2. ábrán az n- és i-bután molekula modellje látható.)

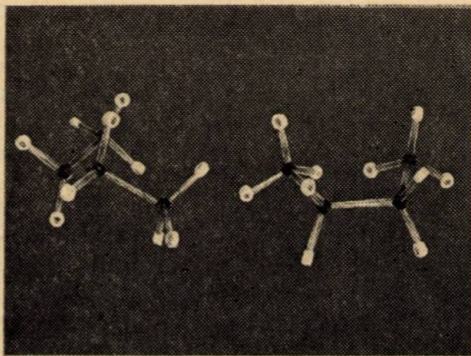
A modellek és az azok alapján felírt szerkezeti képletek ismeretében világosan rajzolódik ki a fogalom lényege, amit azután egyéb molekulák példáin gyakoroltathatunk. A szénhidrogének nevezéktanának elsajátítására és gyakorlására is jó lehetőséget kínál ez a módszer. A modellekkel végzett konstruktív munka eredményeként tanulóink a valóságnak megfelelően asszociálják a szénlánc jellegzetes,  $109^\circ 28'$ -es szöget bezáró alakzatát, s így önállóan is felismerik azt, hogy a „szerkezeti” képlet igen leegyszerűsített és nem egészen hű szimbóluma a tényleges molekulaszervezetnek. Kizárólag síkbeli ábrázolás, tanári „ki nyilatkoztatás” esetén mindezt legfeljebb csak elfogadni lehet — érzékelni és belátni igen nehéz! Közismert probléma, hogy tanulóink hajlamosak még a legegyszerűbb, néhány szénatomos normál szénhidrogént is izo-vegyületként értelmezni, ha a szénláncot nem a megszokott, „egyenes” vonalúnak látják. (A 3. ábrán a n-bután különböző rotációs állapotait demonstráló modellek láthatók.) A modellezési tevékenység, modellépítés számottevően csökkentheti ezen — rossz beidegződésből származó — hibás felismerés valószínűségét, miután a kötések körüli rotáció nem valamiféle elvonatkoztatott jelenség formájában jelentkezik



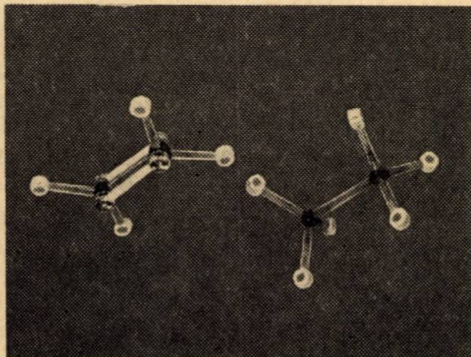
a tanulók képzeletében, hanem egyéni munkával szerzett tapasztalataik bizonyítják annak valóságát, és szemléltetik az adott szénlánc rendkívül változatos térbeli alakzatát. Ily módon a modellek a világos, egyértelmű fogalom kialakításában jelentős szerephez jutnak.

Ez a tanítási téma (de természetesen más anyagrészek is) nemcsak az új ismeretek feldolgozása során, hanem az *ellenőrzés* fázisában is jó lehetőséget kínál a modellkészlet alkalmazására. Azon túl, hogy bővíti a számonkérési eljárások körét, *minőségi szempontból* is előrelépést jelent. Az ellenőrzés csak akkor érheti el célját — nevezetesen azt, hogy a tanulók feladatmegoldás során nyújtott teljesítménye pontosan tükrözze tudásukat —, ha a feladatokat „a kémiatan-tárgy adott témaköreinek ... jellemzői szerint állítjuk össze”, s azok a „követelményeket magukba foglalják”. [10] A vizsgált téma modellezéssel összekapcsolt ellenőrzése során nyújtott teljesítmény sokkal inkább feltételezi a fogalom megértésén alapuló alkalmazó gondolkodást, mint a „lecke-felmondást”, a pusztá reprodukciót. Márpedig „a reprodukció — megértés — alkalmazás sorban az életkor előrehaladásával értelemszerűen egyre inkább az alkalmazás felé tolódik el a hangsúly”. [10]

A többszörös kötések tartalmazó molekulák közül az *etilén* alapvegyületnek tekinthető. Kémiai tulajdonságainak és ezen alapuló ipari felhasználásának értelmezése jellegzetes, új szerkezetének, kötésrendszerének ismeretében lehetséges. A szigma- és pi-kötés kialakításának bemutatása, azok energetikai jellemzése szolgálhat alapul e lényeges ismeretek kiépítésében. A kettős kötés kialakulásával járó kötéstávolság-változás (az etánban levő,  $1,54 \text{ \AA}$  C—C kötéstávolsághoz viszonyítva a  $C = C$  kötéstávolsága:  $1,34 \text{ \AA}$ ), valamint a kötés egymáshoz viszonyított helyzete jól demonstrálható a 4. ábrán bemutatott modellek segítségével. A kötések közötti minőségi különbség szemléletessé tétele érdekében eltérő színű — zöld, illetve fehér — műanyagcsövet használtunk. Az összeállítás híven érzékelteti azt is, hogy a molekulát alkotó atomok egy síkban helyezkednek el, s megszűnik a rotáció lehetősége. Az etilén szénatomok geometriája — közel  $120^\circ$ -os kötésszögek — három kötő elektronpárra utal, míg a negyedik kötéspár jelenlétéről csak az új típusú pi-kötés árulkodik.



3. ábra



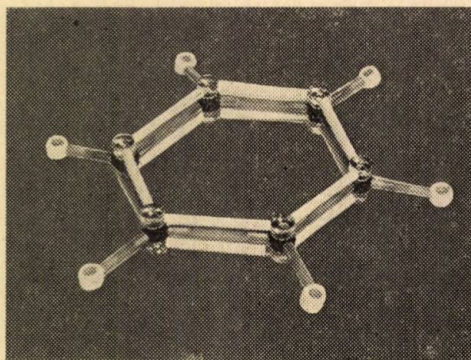
4. ábra

A benzolt alkotó szén- és hidrogénatomok hasonlóképpen egy síkban helyezkednek el, amint az a 5. ábrán látható. Míg az egyes szénatomok három-három kötőelektronpárja szigmakötés kialakításában realizálódik, addig az elektron-szexett — mint pi-kötésrendszer — az atomtörzsek által meghatározott sík alatt és felett delokalizált pályán mozog. Fehér színű műanyagcsövekkel jól érzé-

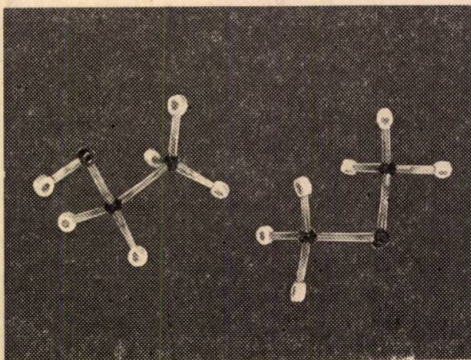


keltethető ezen — a valóságot megközelítő — delokalizált pálya elhelyezkedése is [7, 8].

Az *oxigéntartalmú szerves vegyületek* középiskolai tanítási témái közül — több szempontból is — kiemelkedő jelentőségű az *etil-alkohol* feldolgozása. Itt a vegyület elvi kémiai és gyakorlati jelentősége mellett a tanításával kapcsolatos korszerű módszertani eljárásra, a kutató módszer alkalmazására is gondolunk [11]. E módszer utolsó fázisában, a hipotézis vizsgálat útján történő igazolásában jut jelentős szerephez a modell; amikor a tanulók — megfelelő számú C-, O- és H-atomcentrum birtokában — maguk állíthatják össze az összegképlet alapján lehetséges két szerkezet modelljét (6. ábra). A modellek alapján felírhatják a feltételezett szerkezetek szimbólumait; a szerkezeti képleteket. A tényleges szerkezet felismerésében is komoly segítséget nyújtanak a modellek: a H-atomok elhelyezkedése, a kötéstávolságok ismerete egyértelműen alátámasztja azt a következtetést (hogy ti. a  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH}$  szerkezet a valós), amelyet a fémnátriummal végzett kísérlet s a fejlődött hidrogéngáz térfogatának mérése alapján vontak le a tanulók.



5. ábra



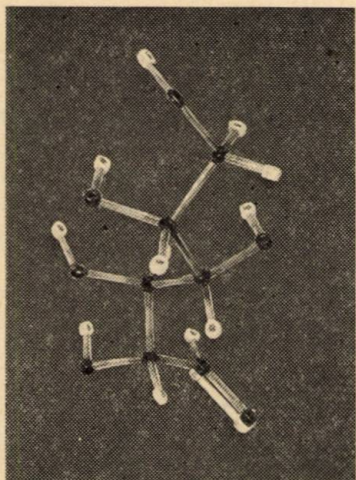
6. ábra

A *szőlőcukor* tanításának egyik legkritikusabb része a nyílt vagy lánc- és a zárt vagy gyűrűs szerkezet vizsgálata. A kétféle — tényleges létező — alakzat hagyományos tárgyalása a tanulók részéről komoly absztraháló készséget feltételez, s egyben a tanár számára az adott óra — módszertanilag — legkényesebb fázisát jelenti. Miután a szerkezeti képlet csupán a kötések számát és a molekulát felépítő atomok kapcsolódásának sorrendjét szemlélteti, de azok egymáshoz viszonyított helyzetét, a molekula térbeli elrendeződését nem érzékelteti, indokolt és célszerű először a *nyílt szerkezet* — valóságos térbeli viszonyait tükröző — modelljének bemutatása [12] (7. ábra). A modell figyelmes vizsgálata során a tanulók felismerik a szénláncához kapcsolódó atomokat, illetve a funkciós atomcsoportokat (a színjelzés alapján), másrészt a kötések mentén történő forgási lehetőségek figyelembevételével közvetlenül érzékelik a molekula sokféle alakját. Ha ezek után — a tanulókkal *közösen* megállapított konvenció alapján — olyan szerkezeti képlet felírása a feladat, amely a gyökök egymáshoz viszonyított helyzetét is érzékelteti, nem lesz érthetetlen szabálytalanság számukra az eredmény: hogy ti. a harmadik szénatomhoz kapcsolódó OH-gyök a szénlánctól *balra*, míg a többi attól *jobbra* irandó.

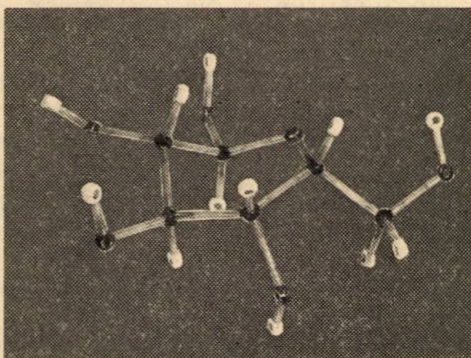
A gyűrűs szerkezet kialakulásának értelmezése során is túlléphetünk a — tanulóink képzeletét igen szerény mértékben támogató — síkbeli ábrázolás kerekein. A nyílt alakot szemléltető modell megfelelő elhelyezése és az aldehid-gyök,



valamint az ötödik szénatom szükséges mértékű közelítése eredményeként (ami a valóságban a hőmozgás természetes velejárója, s ezt a tanulók épp az előzőek alapján már ismerik!) pontosan demonstrálható az új kötések kialakulása, s ezáltal az új szerkezet létrejötte (8. ábra).



7. ábra



8. ábra

A bevezetőben tantervi reformról és korszerűsítési törekvésekről, várható intézkedésekről és megvalósult elképzelésekről tettünk említést. A tervek, irányelvek sikere azonban a mindennapi tanári tevékenységen áll vagy bukik. A gyakorló pedagógus tehet legtöbbet a természettudományos gondolkodás megalapozása, a felesleges lexikalitás kiküszöbölése, a szemléletesség tágabb értelemben való megvalósítása érdekében. Úgy véljük, hogy a modellek tudatos és tervszerű — lehetőség szerinti konstruktív — alkalmazása napjainkban és a jövőben is hatékonyan hozzájárulhat a szemléletesség elvének mind teljesebb kibontakoztatásához, a tanári-tanulói tevékenység eredményességének növeléséhez.

#### Irodalom:

- [1] Dr. Pataki László—dr. Hutter Anna: Félmikrokémiai kísérletek. Tankönyvkiadó, Budapest, 1974.
- [2] Tanterv és Utasítás a gimnáziumok számára. Kémia. Tankönyvkiadó, Budapest, 1965.
- [3] Dr. Boksay Zoltán: Gondolatok a kémiatanítás jelenéről és jövőjéről. A kémia tanítása, 1972. 4. 97—99. o.
- [4] Kanász László: Házilag előállítható, olcsó tanulói atommodellkészlet. A kémia tanítása, 1972. 5. 156. o.
- [5] Dr. Bóna Ervin: Analógia a természetben — analógikus következtetés a természettudományban. Magyar Filozófiai Szemle, VI. évf. 1962. 357. o.
- [6] „EUGON” atomkalott-modell (tájékoztató)
- [7] Gillespie, R. J.: Molecular Geometry. London, 1972.
- [8] Dr. Török Ferenc: Gillespie módszer, molekula-alak. Fizikai Szemle, 1975. XXV. (2). 77. o.
- [9] Kémia a gimnázium III. osztálya számára. Tankönyvkiadó, Budapest, 1969.
- [10] Módszertani útmutató az értékelés és az osztályozás korszerűsítéséhez a kémia tanításában. A kémia tanítása, 1973. 5. 129—133. o.
- [11] Dr. Garami Károly: A kutató módszer alkalmazása a kémiatanításban. A kémia tanítása, 1964. 2—3. 52—57. o.
- [12] Dr. Boksay Zoltán: A szőlőcukor sztereoképlete és modellje. A kémia tanítása, 1971. 6. 179—183. o.



## Feladatlapok alkalmazása a tanulókísérleti órákon

A tanulói aktivitást a korszerű oktatási módszerek úgy határozzák meg, hogy minden tanuló — képességeinek megfelelő optimális mértékben — önállóan, *aktív gondolkodás* útján vegyen részt az ismeretek megszerzésében, az összefüggések, törvényszerűségek és törvények felismerésében és azok gyakorlati alkalmazásában. További feladatul tűzik ki a *tanulók önálló ismeretszerzési igényének felkeltését* és az ismeretek önálló megszerzéséhez szükséges jártosságok és készségek kialakítását. Ezeknek az elveknek a kémiatanítás és -tanulás folyamatában is maximálisan érvényesülniük kell. Ennek megvalósítását csak a tanítás és tanulás módszereinek helyes kiválasztása és alkalmazása biztosíthatja.

A tanulókísérleti órák feladata az elméleti ismeretek rögzítése gyakorlati alkalmazás útján, a tanulók aktivitásának fokozása és az önálló gondolkodás fejlesztése. Alapját az elmélet adja meg, ezért a gyakorlati foglalkozások mindig az elméleti anyag után következhetnek. A gyakorlati órák tartalmát és módszereit a tanulók alapképzettsége, életkori sajátossága, valamint az elérendő cél határozza meg.

A tanulókísérleti órákon is a fokozatosság elvének kell érvényesülnie. Ezért különböző munkafázisok kialakítása szükséges ahhoz, hogy a tanulók önálló egyéni és csoportmunkáját feladatlapokkal lehessen irányítani. Három munkafázist lehet megkülönböztetni a helyes gondolkodási formák és műveletek kialakítására.

Az *első munkafázisban* a tanulókkal a laboratóriumi munka alapvető műveleteit sajátíttatjuk el. Ügynevezett *beidegző gyakoroltatást végeztetünk*. Erre a legalkalmasabb módszer a tanári bemutatás és az osztály frontális kísérleteztetése a tanulókísérleti órákon. Az ilyen típusú gyakorlatokon a tanár bemutatja az eszközöket és azok helyes használatát, valamint az egyes műveletek sorrendjét és szakszerű végrehajtását. Ebben a munkafázisban a feladatok gyakorlati végrehajtásának tervét, menetét és a megfigyelés szempontjait a tanár szóban vagy írásban — feladatlapon — adja meg a tanulóknak.

Ebben a munkafázisban a feladatlapok megszerkesztésénél alkalmazni kell a lineáris programozás előnyeit. Minden tanulókísérleti témát — a tanítási egység tartalmi anyagától függően — szakaszokra kell bontani, amelyeknek megoldása meghatározott lépést jelent a megfelelő ismeretek, szellemi és gyakorlati tevékenység elsajátítása felé. A szakaszoknak magukban kell foglalniuk a feladatok megoldási módjára vonatkozó útmutatásokat, gondolkodtató — logikai — kérdéseket, ugyanakkor biztosítani kell a tanulók egyéni kísérletező és önálló kiértékelő tevékenységét.

A feladatlappal irányított tanulókísérleti órákon biztosítani kell a rendszeres visszajelzés-ellenőrzés elvét. Ez úgy valósítható meg, hogy a tanulók az egyes szakaszok feladatainak feldolgozása után tanári irányítással, közösen ellenőrzik elért eredményeiket. Ezzel a megoldással jelentős információhoz jut a tanár a tanulók együttthaladását, egyesek lemaradását és nehézségeit illetően.

Erre példaként a következő feladatlaprészletet kívánom bemutatni.



## Feladatlap

### Kísérletek fémekkel

Olvass el figyelmesen minden egyes feladatot! Csak azt a kísérletet szabad elvégezned, amit a feladatlap előír! Miután a feladatot megértetted, és az előírt kísérletet elvégezted, azután válaszolj a feltett kérdésekre!

#### 1. kísérlet: Vízbontás fémekkel

A kísérletet a következőképpen kell végrehajtani:

- a) két kémcsövet tölts félig vízzel,
- b) mindkettőbe cseppents fenolftaleinoldatot,
- c) az egyik kémcsőbe dobj kalciumdarabot, a másikba előzőleg dörzspapírral letisztított magnéziumdarabot.

d) Figyeld meg a gázfejlődést és az oldat színének változását. Megfigyelésedet jegyezd fel.

A kalciumot tartalmazó kémcsőben ..... gáz .....  
és a fenolftaleinoldat .....

A magnéziumot tartalmazó kémcsőben ..... gáz .....  
és a fenolftaleinoldat .....

e) Magyarázd meg a két folyamat között megfigyelhető különbséget: .....

f) Írd fel a végbement kémiai változás egyenletét: .....

---

Ezzel a szakasz végéhez értünk.

A kísérlet elvégzése után közös visszacsatolás következik. Megbeszéljük a helyes kísérleti megfigyeléseket és a helyes válaszokat. A további tanulóki-sérlet is hasonló felépítést követ.

A felsorolt és ehhez hasonló kísérletek az elméleti ismeretek mechanikus rögzítésére és a feladatok beidegző gyakorlására alkalmasak. Semmiképpen sem alkalmasak a tanulók önálló gondolkodásának kialakítására és fejlesztésére. Az általános iskola jelenlegi tanulóki-sérletei az első munkafázis szintjén állnak, így legjobb esetben is csak a laboratóriumi munka alapvető művele-teinek — alapfokú manuális készségek — elsajátítását teszik lehetővé.

Az alpműveletek megismertetése után a *második munkafázisban* a tanulók *önálló tervezési készségének* kialakítása következik. Ezzel tulajdonképpen az önálló munkavégzés alapjait rakjuk le. A tanulóki-sérleti órákon a tanulók — elméleti ismereteik alapján — egyszerű, több lépésből álló gyakorlati feladatot kapnak. A feladat kivitelezésének tervét és a műveletvégzés gyakorlati sor-rendjét a tanulók önállóan dolgozzák ki. A tervezési feladatok elvégzése után rövid megbeszélés következik, amelyen a kialakult leghelyesebb elképzelést közös munkatervként a tanár felírja a táblára. Az így kialakult munkaterv alapján dolgozza fel a témát az osztály. A feladatokat a tanulóknak feladat-lapon adjuk meg, helyet biztosítva a tervezési megoldásoknak.

Az önálló tervezési készség kialakítására a következő egyszerű feladatot kí-vánom példaként bemutatni:



*Feladat: Vízben nem oldódó bázisok előállítás*

1. Hogyan állítanál elő réz(II)-hidroxidot rézből?

2. Milyen reagenseket — vegyszereket — használnál fel a kémiai átalakításokhoz?

3. Milyen sorrendben végeznéd a munkafolyamatokat?

4. Milyen óvatossági rendszabályt kell betartani a munka során?

*Válaszolj a kérdésekre! .....*

*Készítsd el a feladat megoldásának tervét! .....*

*Írd fel a kémiai változások során végbemenő folyamatok egyenleteit! .....*

.....

.....

Ebben a munkafázisban a tanulók a feladat elvégzéséhez többé-kevésbé önállóan — egyéni vagy csoportmunkával — készítik el a kísérletek tervét. A tervezéskor nagymértékben gondoskodnak, így a helyes megoldás kialakításával az ismeretek és a készségek aktív kapcsolatba kerülnek. Az ilyen és ehhez hasonló tanulókísérleti feladatok alkalmasak az ismeretek tudatos rögzítésére, az önálló munkavégzés kialakítására és az alapműveletekben való jártasságok továbbfejlesztésére. A tanulók önálló tervezési készségének kialakítását már az általános iskola 8. osztályában el kell kezdeni, és a gimnázium I. osztályában feltétlen tovább kell fejleszteni.

A harmadik munkafázis kialakításánál az ismeretek önálló alkalmazása kerül előtérbe. Ebben a fázisban a tanulókísérleti órákon, az elméleti anyagban való biztos jártasságot, az alkalmazási készség szintjén kell megkövetelni a tanulóktól. Ezen a szinten már nem elégedhetünk meg azzal, hogy a tanulók készen kapott részletes utasítások — receptek — alapján reprodukív kísérleteket végezzenek.

Felvetődik a kérdés, hogyan tehetjük gondolkodtatóvá a tanulókísérleti órák feladatait. A válasz: olyan feladatok megszerkesztésével, amelyekkel problémahelyzeteket hozunk létre. A problémahelyzetek pedig ösztönözzék és motiválják a tanulókat a feladatok megoldására. Ezeknél a feladatoknál a kísérlet — mint manuális tevékenység — csupán bizonyító műveletként szerepeljen, és eszközül szolgáljon a cél eléréséhez.

Erre példaként a következő feladatokat kívánom bemutatni:

### 1. Feladatlap

Vizsgáljuk meg, hogy a számokkal jelölt öt kémcső közül melyik tartalmazza a szőlőcukrot, répacukrot, keményítőt és a szervetlen vegyületeket.

A feladat elvégzéséhez rendelkezésedre áll: desztillált víz, sósav, ammónium-hidroxid, ezüst-nitrát, Fehling I. és II.-oldat, valamint a szükséges eszközök. A keményítő kimutatásához kálium-jodidos jódoldat nem használható!

Írjuk fel a feladat legegyszerűbb megoldásának tervét! Ahol kémiai változás megy végbe, írjuk le annak reakcióegyenletét! Indokoljuk meg, hogy az egyes műveleteket miért végeztük el! A munka elvégzésére 20 perc áll rendelkezésedre.

a) A megoldás terve: .....

b) A kémiai változások egyenletei: .....

c) Indoklás: .....

.....

d) A vizsgálat eredményei: .....

.....

.....



## 2. Feladatlap

Határozzuk meg mérésekkel a répacukrot, keményítőt és kalcium-karbonátot tartalmazó porkeverék százalékos összetételét. A három vegyület elválasztását oldékonyság alapján tervezd meg és végezd el.

Ügyelj arra, hogy az oldószerekből 30—40 ml térfogatnál többet ne használj fel. A lehető legegyszerűbb megoldást kövesd. A kísérlet elvégzéséhez szükséges vegyszereket és eszközöket a munkaasztalodon megtalálod.

Írjuk le a feladat legegyszerűbb megoldásának tervét! Írjuk fel a kémiai változások egyenletét! Indokoljuk meg, hogy az egyes műveleteket miért végeztük el!

A munka elvégzésére 45 perc áll rendelkezésedre.

a) A megoldás terve: .....

b) A kémiai változások egyenletei: .....

c) Indoklás: .....

d) Mérési eredmények: .....

*Megjegyzés:* Az első feladatnál célszerű, ha az egyik szervesetlen vegyület vízben oldhatatlan pl. kalcium-karbonát és a másik vízben oldható, pl. kálium-klorid.

A második feladatnál a porkeverék össztömegét minden tanulónak külön-külön megadjuk. A porkeverék összeállításánál az egyes alkotórészek mennyiségét 0,5—2,0 gramm között változtatjuk.

A feladatlap végén a gyakorlathoz szükséges fontosabb receptek pontos leírását adjuk meg. Erre azért van szükség, hogy a tanuló a helyes állítását pontosan végzett bizonyító kísérlettel igazolni tudja. (Így adjuk meg az első feladatlapnál az ezüsttükörpróba és a Fehling-próba menetét.)

Az első feladat megoldásának legegyszerűbb menete a következő:

1. Égetési próbával eldönthető — az anyagok kis részleteivel végezve —, hogy melyik kémcső tartalmazza a szervesetlen és melyik a szerves vegyületeket.

2. Oldhatósági próbával bizonyítható, hogy a szerves anyagok közül melyik kémcsőben van a keményítő.

3. Ezüsttükörpróbával vagy Fehling-próbával közvetlen kimutatható, hogy melyik kémcső tartalmazza a szőlőcukrot, és melyik a répacukrot.

A második feladat megoldásának legegyszerűbb menete a következő:

1. A porkeverékből kb. 30 ml desztillált vízzel kioldjuk a répacukrot.

2. A csapadékos oldatot ismert tömegű főzőpohárba szűrjük, a szűrletet bepároljuk, és a főzőpoharat visszamérjük. (Így kapjuk a répacukor tömegét.)

3. A szűrőn maradt csapadékból pontosan mért 30 ml 2,0 normál sósavoldattal a kalcium-karbonátot kioldjuk, és a kapott oldatból a sósav feleslegét 2,0 normál nátrium-hidroxiddal visszatitráljuk (kalcium-karbonát mennyisége).

A másik megoldás — ha a tanulók nem tanulták a sav-bázis mérést —, az ismert tömegű főzőpohárban felfogott oldatot bepároljuk, majd megmérjük, és a kapott súlykülönbség alapján kiszámoljuk a kalcium-karbonátot.

4. A porkeverék össztömegéből levonjuk a répacukor és a kalcium-karbonát tömegét, és megkapjuk a keményítő mennyiségét.

A tanulók munkája akkor válik eredményessé, ha a gyakorlat végén a tanár az osztállyal megbeszéli a feladatok legegyszerűbb megoldási lehetőségeit. A megbeszélésen a különböző megoldások esetén adjunk alkalmat a ta-



nulóknak az érveik előterjesztésére és a helyes álláspont kialakítására. Az ilyen típusú gyakorlatok szervezését már a gimnázium II. osztályában el lehet kezdeni, de a III. osztályban feltétlen szükségessé válik az alkalmazása, mivel ezek a feladatok a tanulóktól az alapismeretekben való biztos jártasságot, megfelelő tervező és kísérletező készséget és szellemi érettséget követelnek.

Az ilyen felépítésű tanulókísérleti óra — a feladatok új szempontból való vizsgálata — a tanulók aktív tevékenységét tudatosan fejleszti. A tanulók aktív gondolkodó tevékenységének kialakítása pedig a tananyag genetikus összefüggéseinek elmélyítését biztosítja. Az ilyen típusú feladatok ellenőrzésére is felhasználhatók. Ezekkel a gyakorlatokkal jól ellenőrizhető a tanulók logikus gondolkodási készsége, valamint az, hogy milyen mélységben sajátították el az anyagot.

#### Irodalom

- Kelemen László:** A gondolkodásra nevelés az általános iskolában. Tankönyvkiadó, Budapest, 1973
- Kovács Ernőné:** A tanulókísérleti órák felhasználásának eredményessége az ismeretszerzés menetében (*A Kémia Tanítása*, 11, 1972. 138. old.)
- Márki Lajos:** Csoportos foglalkozás a gimnázium III. osztályos kémiaoktatásban (*A Kémia Tanítása* 8, 1969. 87. old.)
- Nagy Istvánné:** A munkalap az oktatás korszerű eszközeinek rendszerében (*Magyar Pedagógia*, 4, 1972)
- Nagy Sándor:** Didaktika Tankönyvkiadó, Budapest, 1969
- Szereday Éva:** A kémiai gyakorlatokról. Tankönyvkiadó, Budapest, 1972

## FÜGGELEK

### A szervetlen kémia témaköréből

#### 1. Feladatlap

##### *Keverékek százalékos összetételének meghatározása*

Határozzuk meg mérésekkel a nátrium-kloridot, kalcium-karbonátot és szilícium-dioxidot tartalmazó porkeverék százalékos összetételét. A három vegyület elválasztását oldékonyság alapján tervezd meg és végezd el. A lehető legegyszerűbb megoldásokat kövesd. A kísérlethez szükséges vegyszereket és eszközöket a munkaasztalon megtalálod.

Írjuk le a feladat megoldásának tervét és a kémiai folyamatok reakcióegyenleteit. Indokoljuk meg, hogy az egyes műveleteket miért végeztük el.

- A megoldás terve: .....
- A kémiai változások egyenletei: .....
- Indoklás: .....
- Mérési eredmények: .....

#### 2. Feladatlap

##### *Keverékek százalékos összetételének meghatározása*

Határozzuk meg mérésekkel a magnéziumot, az alumíniumot és rezet tartalmazó keveréknek százalékos összetételét. A három fém elválasztását, kémiai reakcióik alapján tervezd meg és végezd el. A lehető legegyszerűbb megoldásokat kövesd. A kísérlethez szükséges vegyszereket — pontos mérőoldatokat — és eszközöket a munkaasztalon megtalálod.

Írjuk le a feladat megoldásának tervét! Írjuk le a kémiai változások egyenleteit! Indokoljuk meg, hogy az egyes műveleteket miért végeztük el! A munka elvégzésére 45 perc áll rendelkezésedre.

- A megoldás terve: .....
- A kémiai változások egyenletei: .....
- Indoklás: .....



d) Mérési eredmények: .....

### 3. Feladatlap

#### A hidrolízis tanulmányozása

Az 1—8. sorszámmal ellátott kémcsövekben a következő vegyületek találhatók: ammónium-klorid, ammónium-nitrát, ammónium-szulfát, kálium-karbonát, kálium-klorid, nátrium-acetát, nátrium-nitrát és trinátrium-foszfát. A kémcsőn levő sorszám nem egyezik meg a felsorolás sorrendjével. Határozd meg a helyes sorrendet a rendelkezésedre álló indikátorok és reagensek segítségével.

Felhasználható reagensek:

Indikátorok:

$\text{AgNO}_3$ -oldat

fenolftalein

$\text{BaCl}_2$ -oldat

lakmusz

HCl-oldat

$\text{H}_2\text{SO}_4$ -oldat

$\text{CaCl}_2$ -oldat

$\text{Ca}(\text{OH})_2$ -oldat

Írjuk le a feladat legegyszerűbb megoldásának tervét! Írjuk le a meghatározás alapjait szolgáló kémiai folyamatok reakcióegyenleteit ionos formában! Indokoljuk meg az egyes elvégzett műveleteket! A feladat elvégzésére 45 perc áll rendelkezésedre.

a) A megoldás terve: .....

b) A kémiai változások egyenletei: .....

c) Indoklás: .....

d) A meghatározás eredménye: .....

### 4. Feladatlap

#### Az elektrolízis tanulmányozása

Határozzuk meg, hogy az üvegben levő réz-nitrát és ezüst-nitrát oldatelegyből elektrolízis során melyik kation válik le előbb. Elektrolízis előtt — jellemző reakciók alapján — mutassuk ki az oldatelegyből a két kationt. Ugyancsak kísérletileg igazoljuk elektrolízis után, hogy az elektródon melyik kation vált le.

Felhasználható reagensek:

$\text{NaCl}$ -oldat

$\text{NH}_4\text{OH}$ -oldat

cc  $\text{HNO}_3$ -oldat

Írjuk le a feladat megoldásának tervét! Rajzoljuk le az elektrolizáló berendezés kapcsolási vázlatát! Írjuk le a katódon és az anódon végbemenő elektrokémiai változások egyenleteit. Indokoljuk meg az egyes műveleteket!

a) A megoldás terve: .....

b) Kapcsolási rajz: .....

c) Az elektrokémiai változások egyenletei: .....

d) A vizsgálat eredménye: .....

### 5. Feladatlap

#### Szervetlen vegyület azonosítása

Egy anyag színe a bauxit színére emlékeztető sárgásbarna. Kristályosnak nem látszik. Higroszkópos. Desztillált vízben oldva sárgás zavaros oldatot kapunk, melynek kémhatása savanyú. Ha melegítjük vizes oldatát, akkor még zavarosabb lesz. Az oldata sósavval főzve kitisztul. Nátrium-hidroxid-oldatot adva hozzá, vörösbarna csapadék jelenik meg.



A kérdéses anyag az eddig tanult vegyületek közül melyiknek felel meg? Döntésed után keresd meg a gondolt vegyületet a vegyszertárolcon és kísérletileg igazold a fenti állításokat, majd felelj a következő kérdésekre:

- I. a) Mi játszódik le az anyag vízben való oldásakor? .....
- b) Miért savanyú az oldat kémhatása? .....
- c) Miért zavaros az oldat? .....
- d) Miért tisztul ki az oldat sósavval főzve? .....
- e) Milyen csapadék válik le nátrium-hidroxid hatására? .....
- II. Írjuk fel a kémiai változások egyenleteit: .....

*Megjegyzés:* a kérdéses anyag ferri-klorid.

## A szerves kémia témaköréből

### 6. Feladatlap

#### *Szerves vegyületek azonosítása*

Az 1—5. sorszámmal ellátott kémcsövekben a következő vegyületek találhatók: etil-alkohol, formalin, ecetsav, fenololdat és etil-acetát. A vegyületek piridinnel szennyezettek. A kémcsövek sorszáma nem egyezik meg a felsorolás sorrendjével. Kísérleti úton határozzuk meg a sorrendet. A kísérletek elvégzéséhez a szükséges vegyszerek és eszközök a munkaasztalon megtalálhatók.

Írjuk le a feladat megoldásának tervét! Írjuk le a kémiai változások egyenleteit! Indokoljuk meg, hogy az egyes műveleteket miért végeztük el!

- a) A megoldás terve: .....
- b) A kémiai változások egyenletei: .....
- c) Indoklás: .....
- d) A vizsgálat eredménye: .....

### 7. Feladatlap

#### *Szerves vegyületek azonosítása*

Az 1—6. sorszámmal ellátott kémcsövekben a következő vegyületek találhatók: paraffinolaj, olajsav, napraforgóolaj, nátrium-acetát-oldat, fehérjeoldat és karbamidoldat. A sorszám nem egyezik meg a felsorolás sorrendjével. Határozzuk meg a sorrendet. A kísérletek elvégzéséhez szükséges vegyszerek és eszközök a munkaasztalon megtalálhatók.

Írjuk le a feladat megoldásának tervét! Írjuk le a kémiai változások egyenleteit! Indokoljuk meg, hogy az egyes műveleteket miért végeztük el.

- a) A megoldás terve: .....
- b) A kémiai változások egyenletei: .....
- c) Indoklás: .....
- d) A vizsgálat eredménye: .....

### 8. Feladatlap

#### *Makromolekulájú szerves vegyületek azonosítása*

A számokkal jelölt óráüvegeken a következő műanyagok találhatók: polietilén, poli(vinil-klorid), műgumi, bakelit és karbamidgyanta. A sorszám nem egyezik meg a felsorolás sorrendjével. Kísérleti úton határozd meg a felsorolás helyes sorrendjét. A kísérletek elvégzéséhez szükséges vegyszerek és eszközök a munkaasztalon megtalálhatók.

Írjuk le a feladat megoldásának tervét! Írjuk le a kémiai változások egyenleteit! Indokoljuk meg, hogy az egyes műveleteket miért végeztük el!

- a) A megoldás terve: .....
- b) A kémiai változások egyenletei: .....
- c) Indoklás: .....
- d) A vizsgálat eredménye: .....



## Megjegyzések az általános iskolai tanári kézikönyvek használatához II.

Azonos című cikkem I. részében általánosan felvázoltam a tanári kézikönyvekkel kapcsolatos problémákat. A jelenlegi és a következő cikkeimben szeretnék konkrétan végighaladni a 7. osztályos, majd a 8. osztályos anyagon és azokhoz rövid megjegyzéseket fűzni.

### 7. osztály

#### I/A. Néhány ismert anyag és változásainak vizsgálata

##### 1. óra. Új tantárgyat tanulunk

Ezen az órán felhasználható a tanári kézikönyv anyaga (41. oldal), de azon túlmenően nagyobb hangsúlyt kell kapnia a kémia jelentőségének az iparban, a mezőgazdaságban, a honvédelemben, a tudományban. Ezt indokolja sok egyéb szempont mellett a pályaválasztás előkészítése. A tanulók mondanak példákat a kémia gyakorlati jelentőségére, gyűjtsenek képeket, újságcikkeket stb. a magyar vegyipar fejlődésével kapcsolatban. Pontosabban meg kell határozni és rögzíteni kell a kémia tárgykörét is. Röviden vázolni lehet a kémia történetét is.

Táblai vázlatként az alábbi javaslok:

#### *A kémia tárgya, jelentősége*

1. A kémia természettudomány. (Fő kutatási módszere: a kísérletezés.)
2. A kémia az anyagok összetételével, tulajdonságaival és változásaival foglalkozik.
3. A kémia jelentősége.
4. A kémia rövid története.  
(Képek, cikkek beragasztása.)

Ez az óra rendkívül fontos a motiválás, a kémia megszerettetése szempontjából.

##### 2. óra. Kísérletezni tanulunk

A kézikönyv (43—46. oldal) és a tankönyv anyaga mellett javaslok a tanévben használatos összes kísérleti eszközök bemutatását és a fontosabbak lerajzolását. Ideális lenne előre lerajzolni, sokszorosítani és beragasztani a tanulók füzetébe, a tanulók pedig alá írnák az eszközök nevét. Az órán néhány vegyszert is mutassunk be. A kísérleti rendszabályokat a tankönyvből olvassuk fel, esetleg egészítsük ki.

##### 3. óra. Az anyagok változásai

A kézikönyv 42—43. oldala alapján feldolgozható a téma. (A kézikönyvben szereplő „Az anyagok felismerése” (41. oldal) és a tankönyvben szereplő „Az anyagok fizikai tulajdonságai” című téma kimarad.) Jobban kell hangsúlyozni, hogy a kémiai változások fizikai változásokkal járnak együtt.



#### 4. óra. A levegő

Ez az anyagrészt is feldolgozható a kézikönyv alapján (55—56. oldal). Sajnos, a kimaradt gyertyás kísérlet helyett nem tudunk mást javasolni, mivel általános iskolában fehér foszforral nem lehet dolgozni. A nitrogén és a nemesgázok nagyobb hangsúlyt kaphatnak.

#### 5. óra. Az oxigén I. (Laboratóriumi előállítása; Oxidáció)

A levegő egyik fő alkotórészével, az oxigénnel több órában foglalkozunk. A kiadott tanmenetjavaslattal ellentétben a tankönyv feldolgozásával értek egyet, vagyis azzal, hogy az *oxigén előállítását először a tanár mutassa be!* A tanulók itt még nem rendelkeznek megfelelő kísérleti technikával, de ami még ennél is fontosabb, a kísérleteket nem tudják önállóan elemezni. Az oxigént a tanárt minél nagyobb lombikban fejlessze (ne kémcsőben, mint a tankönyvben van lerajzolva), hogy minden tanuló jól lássa a kísérletet. Ha nem akarjuk, hogy a tanuló ugyanezt a kísérletet ismétlje meg, akkor fejlesztjük az oxigént hidrogén-peroxidból mangán-dioxid katalizátorral. A tanár 4 lombikban fogjon fel oxigént, mutassa ki, majd égessen el benne ként, magnéziumszalagot, acéltűt (vas), és így frontális osztálymunkában alakítsa ki az oxidáció fogalmát. A kézikönyv 60. oldalán található táblai vázlat az elmondott módosítással felhasználható.

#### 6. óra. Kísérletek oxigénnel (Tanulókísérleti óra)

Ezt az órát teljesen a kiadandó központi munkalapok alapján lehet vezetni. A tanulók csoportosan vagy egyénileg kísérleteznek. A munkalap alapján a tanulók kálium-permanganátból oxigént fejlesztenek, kimutatják, majd a többi kémcsőben oxigént fejlesztve ként, faszenet és kalcium darabot égetnek el. (A ként el is lehet hagyni, mert a terem levegőjébe sok kén-dioxid kerül, és ezt a tanár az előző órán úgyis bemutatta.) A munkalap segít a kísérlet elemzésében a tanulóknak.

#### 7. óra. Az oxigén II. (Előfordulása, jelentősége, nagyipari előállítása.)

Az egység a tankönyv alapján jól feldolgozható. 44—45. old.

#### 8. óra. Az égés

A levegő és az oxigén, valamint az oxidok fogalmának ismeretében jól bevezethető az égés fogalma. Rendkívül fontos téma. A kézikönyv alapján ez a téma már nem dolgozható fel, mert a sorrend megváltozott és több minden kimarad. A tankönyv alapján 19—20—21. oldal feldolgozható.

#### 9. óra. Az égés fajtái

A tankönyv alapján dolgozzuk fel az anyagot (22—23. oldal, 28—29. oldal). Táblai vázlatként az alábbi javasolom:

*Az égés fajtái*

| Az égés kísérői    | Gyors        |                        |        | Lassú        |    |        |
|--------------------|--------------|------------------------|--------|--------------|----|--------|
|                    | fény         | hő                     | oxid   | —            | hő | oxid   |
| Az égés feltételei | éghető anyag | gyulladási hőmérséklet | oxigén | éghető anyag | —  | oxigén |



10. óra. A láng (Tanulókísérleti óra)

Teljesen a kiadandó munkalap alapján vezessük be az órát minden szakasz után elvégezve a visszacsatolást.

11. óra. A gyors égés és a tűzoltás

Ez az óra inkább gyakorlást szolgáljon. A gyors égést az égés fajainál alapjában véve meg kell tanítani. A tűzoltás kísérleti bemutatása történhet a könyv alapján, „A tűzvédelmi szabályok” felolvasatása, valamint „A tűzgyújtás története” c. olvasmány felolvasása és megbeszélése történhet itt meg.

12. óra. Munkáltató, gyakorló óra

Ez az óra jól felépíthető a frontális osztálymunka és az egyéni munka összekapcsolásának modelljére. A tanár az óra I. részében (kb. 20 perc) frontális osztálymunkában feldolgozza az eddig végzett anyagot, majd az óra II. részében (kb. 20 perc) a tanulók önállóan oldanak meg feladatokat, amelyeket a tanár vezetésével minden szakasz után visszacsatolnak.

A feladatok pl. a következők lehetnek:

I. Karikázd be a helyes válaszokat!

1. Melyik anyag nem éghető?

A) magnézium; B) szén; C) oxigén; D) kén; E) vas.

2. Melyik kémiai változás?

A) a vas reszelése; B) a vas hajlítása; C) a vas vágása; D) a vas égése; E) a vas melegítése.

3. A levegőről melyik állítás nem igaz?

A) kb. 78%-a nitrogén; B) csak gázhalmazállapotban ismeretes; C) keverék; D) nemesgázokat is tartalmaz; E) összetétele nem állandó.

4. A levegő hány összetevőből áll?

A) 2; B) 3; C) 5; D) 8; E) 10-nél több.

II. Az A oszlop kipontozott helyeire a B-ből választott számokat kell írni!

A

B

- a) konyhasó .....  
b) oxigén .....  
c) kén .....  
d) szén-dioxid .....  
e) magnézium .....

1. égésterméke szúrós szagú gáz;  
2. a szén égésterméke;  
3. vízben jól oldódó fehér kristályos anyag;  
4. a levegőnek kb. 21%-át alkotja;  
5. szürke fém, vakító fénnel ég.

13. óra. Az anyagok tulajdonságai és változásai (Összefoglalás)

Teljes egészében feldolgozható a kiadandó összefoglaló munkalap szerint.

14. óra. A víz oldószer

A segédkönyv alapján nem, a tankönyv alapján feldolgozható.

15. óra. Az oldatok

Ugyancsak a tankönyv alapján dolgozzuk fel.

16. óra. A keverékek

Az egynemű anyagok fogalma kimarad. A keverékeket a tankönyv alapján kell feldolgozni.

17. óra. Keverékek szétválasztása I. (Tanulókísérleti óra)

A kiadandó munkalap alapján feldolgozható.

18. óra. Keverékek szétválasztása II. (Tanulókísérleti óra)

A kiadandó munkalap alapján feldolgozható.



19. óra. A víz összetett anyag

A tankönyv alapján feldolgozható.

20. óra. A víz vegyület

Itt a tankönyv és segédkönyv anyagán túlmenően meg kell tanítani a *vegyület 3 jellemzőjét* is. Ha a 16. órán a keverék jellemzőit megtanítottuk, akkor ez nem maradhat el. A tankönyv 69. old. Fizikai változás, kémiai átalakulás itt maradjon ki.

21. óra. Munkáltatás, gyakorlás

Az óra felépíthető a frontális osztálymunka és a csoportmunka összekapcsolásának modelljére. Az óra első részében (kb. 20 perc) felelevenítjük a vízről és az oldatokról tanultakat. Megbeszéljük a víz összetételét, jelentőségét, „A víz jelentősége életünkben” c. olvasmány felhasználásával. Az óra II. részében (kb. 20 perc) az osztályt 2 csoportra osztjuk és a 2 csoportnak különböző feladatokat adunk, amit az óra utolsó 5 percében megbeszélünk. A feladat például a következő lehet:

A) csoport

Készíts keveréket konyhasóból és krétaporból, adj a keverékhez vizet. Oszd ketté, majd válaszd szét a rendelkezésedre álló eszközökkel úgy, hogy

a) teljesen tisztán megkapjuk a krétaport!

b) **nem** szükséges teljes tisztán megkapni a krétaport!

Milyen műveletet végzel az

a) esetben? .....

b) esetben? .....

Milyen tulajdonságok alapján lehet a konyhasót a krétaportól szétválasztani?

B) csoport

Készíts réz-szulfát oldatot, oszd ketté, majd a rendelkezésedre álló eszközökkel válaszd szét úgy, hogy

a) a vizet visszanyerd!

b) a vizet nem kell visszanyerni!

Milyen műveletet végzel az

a) esetben? .....

b) esetben? .....

Milyen tulajdonságok alapján lehet a réz-szulfátot a víztől szétválasztani?

22. óra. A hidrogén

A téma szintén főleg a tankönyv alapján dolgozható fel, mivel a kézikönyvben ugyanazon óra anyaga az elemmolekulák is. (Lásd 89. old.) A hidrogént ne kémcsőben, hanem gázfelfogó hengerben fogjuk fel víz alatt. A víz megfesthető fuxinnal vagy tintával, hogy jól látható legyen a színtelen hidrogén.

23. óra. Elemek és elemmolekulák

A tankönyv szerint feldolgozható.

24. óra—25. óra. A redukció és az oxidáció összefüggése

Ugyancsak a tankönyv szerint dolgozzuk fel, mert a kézikönyvben az anyag egységként van feltüntetve.

26. óra. Munkáltató, gyakorló óra

Az óra frontális osztálymunkával indulhat (kb. 20 perc). A tanári asztalra készítsük ki egy tálcán az alábbi anyagokat: (amelyekkel már találkoztak eddig): kén, magnézium, magnézium-oxid, szén-dioxid (patronban), víz,



konyhasó, konyhasóoldat, kálium-permanganát, rézgálic-oldat, vas, vas-oxid, üres pohár (levegő van benne) stb. Készítsük el 3 kemény papíron (kartonlap) az alábbi felírásokat:

## ELEM

## VEGYÜLET

## KEVERÉK

A kemény papírokat támasszuk meg és tegyük ki az asztalra. A tanulóknak az a feladatuk, hogy a fenti anyagokat tegyék a megfelelő helyre. (Ezt több tanuló végezheti.) Ezután megbeszéljük a keverék és vegyület, valamint az elemek jellemzőit. A következő feladat: kihívunk egy tanulót és azt mondjuk neki, hogy pl. a magnéziummal végezzon el fizikai változást, majd kémiai változást.

Ezzel kapcsolatban megbeszélhetők a fizikai, kémiai változás, az égés, az égés fajtái stb. témák.

Az óra II. részében a tanulók egyéni feladatokat kapnak, lehetőleg munkalapon.

A feladatok például a következők lehetnek:

1. *Húzd alá minden sorban azokat az anyagokat, amelyek legjobban különböznek a vele egy sorban levőktől!*

- a) oxigén, nitrogén, hélium, vas;
- b) levegő, réz-szulfát-oldat, réz-szulfát, cukoroldat;
- c) cukor, víz, hidrogén, magnézium-oxid;
- d) krétapor, cukor, réz-szulfát, kősó.

A 4 sorban levő anyagok közül 3—3-nak mi a közös tulajdonsága?

- |          |          |
|----------|----------|
| a) ..... | c) ..... |
| b) ..... | d) ..... |

2. *Az A oszlop kipontozott helyeire a B-ből választott számokat kell írni!*

A

B

- |                         |                                   |
|-------------------------|-----------------------------------|
| a) víz .....            | 1. sárga szilárd anyag            |
| b) levegő .....         | 2. fehér por                      |
| c) hidrogén .....       | 3. gázhalmazállapotban a neve gőz |
| d) kén .....            | 4. nemesgáz                       |
| e) magnézium-oxid ..... | 5. gázkeverék                     |
| f) hélium .....         | 6. a legkönnyebb anyag            |

27. óra. *Az anyagok felépítése és változásai (Összefoglalás)*

Teljesen feldolgozható a kiadandó munkalap szerint.

28. óra. *Ellenőrző óra*

Felhasználható a kiadandó I. sz. ellenőrző feladatlap-minta (A-B csoport). Az ellenőrző feladatlapokat év elején ki kell szedni a munkafüzet végéről, és csak az ellenőrző órákon kell kiadni.

A leírtakból látható, hogy a kézikönyvben fel nem dolgozott munkáltató-gyakorló órák tervezéséhez igyekeztem több segítséget adni. A következőkben a 7. osztályos anyag II. részét szeretném hasonló módon feldolgozni.

### FIGYELEM!

A gimnáziumi tantervvel kapcsolatos cikksorozat közlését az 5. számban kezdjük.



## A csoportmunka kísérleti kipróbálása Heves megyében

Mindenki által ismert korunk ama követelménye, hogy tanítványainkat meg kell tanítani az önálló ismeretszerzésre, azaz a tanítási tevékenységet napjainkban lassan felváltja a tanuló-tanítás folyamata.

Heves megyében erre vonatkozóan évek óta komoly kísérletek folynak. Elsőként említtem a programozott oktatást, melyet a Ho Si Minh Tanárképző Főiskola Kémia Tanszékén dr. Sárík Tibor docens dolgozott ki, és az individuális szervezeti formában kiválóan bevált módszernek bizonyult.

Az önálló ismeretszerzésnek azonban nem egyetlen útja az individuális szervezeti forma. Mellette rendkívül fontos szerepet játszik mind oktatási, mind nevelési vonatkozású értékeivel a *csoportmunka*. Ezen belül is elsősorban a nevelésre helyeződik a hangsúly. A társas szellemi kapcsolatokban rejlő értékeket ugyanis sem a frontális, sem az individuális szervezeti forma nem aknázza ki. A frontálisnál a tanulók csak a nevelővel vannak kapcsolatban, míg az individuálisnál önállóak ugyan, de egymástól teljesen elszigeteltek. Márpedig a szocialista embertípus kialakítása érdekében a csoportmunkáról mint a közösségi nevelés igen fontos eszközéről semmiképpen nem mondhatunk le.

Hazánkban e szervezeti forma, sajnos, még gyermekcipőben jár. Igazolja ezt a csoportmunka fogalmát tévesen értelmező nevelők sokasága, e szervezeti forma legfőbb kritériumainak ismerethiánya.

Ez a tapasztalati tény indított arra, hogy a kémiatanításon belül egy témakört a csoportmunkaformára kidolgozzak, s annak eredményességét az 1973/74-es tanévben kipróbáljam a pedagógiai kísérletre önként vállalkozó nevelők iskolájában.

A kísérletről szóló beszámoló megkívánja, hogy — ha csak rendkívül vázlatos formában is — tájékoztatást nyújtsak a csoportmunka lényegéről és legfőbb követelményeiről dr. Buzás László „A csoportmunka” című könyve alapján.

A csoportmunka *lényege*: A tanulók közötti együttműködés, gondolatcsere, kommunikáció.

Jellemzője, hogy az osztály előtt álló didaktikai feladatokat a csoport tagjai egymással kölcsönös kapcsolatban közös erőfeszítéssel oldják meg. A nevelő a munkát csak közvetve irányítja. (A közös cselekvés, illetve ennek ismétlődő lehetősége alakítja a személyiség kollektív beállítódását.)

A csoportmunka *helye*: közbülső helyet foglal el a tanulók frontális és egyéni aktivizálása között, és mindkettővel kölcsönös függőségi viszonyban áll. Színvonalát nagymértékben meghatározza egyrészt a frontális munka hatékonysága, másrészt a tanulónak az önálló munkára való képessége. Ugyanakkor a csoportmunka mindkettőre is visszahat. Különösen kedvezően befolyásolja az önálló munkavégzés továbbfejlődését.

*Sikeres alkalmazásának főbb kritériumai:*

**I. Munkaterv készítés, melybe beletartozik:**

- a) a csoportmunkára alkalmas témák kiválasztása,
- b) a csoportmunka változatainak megjelölése,
- c) részletes óratervkészítés (munkalapok szerkesztése).



a) A helyes *témaválasztás* a sikeres alkalmazás első és döntő feltétele. Ehhez az egész tananyagot elemezni kellett egyrészt *logikai*, másrészt *társas lélektani* szempontból.

Logikai szempontból el kellett dönteni, hogy az adott tananyag egyszerű vagy bonyolult összefüggések felismerését követeli-e meg. (Sok új fogalom kialakításakor ugyanis célszerű a megértés folyamatát részletesen irányítani azaz ilyen esetben a frontális szervezeti forma szükségszerű. Máskor viszont, ha az összefüggések felismeréséhez szükséges ismeretek elég szilárdnak mutatkoznak, átválthatunk az ismeretszerzés folyamatának vázlatos irányítására, azaz helyt kaphat a tanulói csoportok önálló ismeretszerző tevékenysége.) Társaslélektani szempontból csupán szubjektív és bizonytalan mutatókkal kellett megelégedni, mivel a pedagógiai pszichológia nem rendelkezik még az oktatási folyamat törvényszerűségeinek teljes ismeretével.

A kísérlet megkezdése előtt a „Legfontosabb vegyületcsoportok” című témakört vetettük bonckés alá az előbb említett szempontok szerint. A témakör 37 órájának óratípus és szervezeti forma közti összefüggéseit a következő táblázat mutatja.

|                    | Új ismeret-<br>közlő | Alkalmazó | Ismétlő<br>rendszerző | Ellenőrző | Összesen |
|--------------------|----------------------|-----------|-----------------------|-----------|----------|
| Frontális .....    | 12 óra               | 2 óra     | 2 óra                 | —         | 16 óra   |
| Csoportos .....    | 11 óra               | 2 óra     | 2 óra                 | —         | 15 óra   |
| Individuális ..... | —                    | 3 óra     | —                     | 3 óra     | 6 óra    |

A csoportmunka az új ismeretek megszerzésében dominált. A cél ezzel az volt, hogy a tanulók maguk idézzék elő a kémiai jelenségeket, azokat önállóan tanulmányozzák, és ezzel alapot szerezzenek a későbbi általánosításhoz. Egyúttal elsajátították a kutatómunka elemeit is, amivel megszűnt a tanulástanítás kettőssége.

b) Miután a csoportmunkára alkalmas tanítási egységeket kijelöltük, dönteni kellett afelől is, hogy a csoportmunka melyik változatát a legcélszerűbb alkalmazni. (A pedagógiai irodalom két fő formát ismertet, a *homogént* és a *differentiált*at, de azon belül is megkülönböztet jó néhány variánst.)

c) A munkaterv szerves része még az óraterv részletes kidolgozása. A vázlatos irányítás eszközeként a csoportmunkás órák nagy részéhez munkalapokat szerkesztettünk. Ezek készítéséhez recept nem adható, de a vázlatos vezetésből következik, hogy óvakodtunk a tanítási egységek mozaikszerű feldolgozásától. (Vagyis a csoportmunka nem lehet egyenlő a programozással.) Egy-egy tanítási egységet maximum 5, de inkább 3 logikai egységre bontottunk. A munkalap feladatait igyekeztünk úgy összeállítani, hogy azok ne legyenek se túl könnyűek, se túl nehezek. Az első esetben ugyanis fennállhat a veszélye annak, hogy csak a legjobbak vesznek részt a megoldásban, ellenkező esetben viszont a feladatok nem kötik le a csoporttagokat, nem látják a tanulók értelmét annak, hogy miért van szükség közös erőfeszítésre.

A 123-124 oldalon mintát mutatok be a bázisoknak „a” és „b” szempontok szerinti feldolgozására, ami analógiául szolgálhat más témakörökhöz is.

A csoportmunka sikeres alkalmazásának további feltételei:

## II. Megfelelő személyi és tárgyi feltételek.

III. Jó osztályközösség. Az osztály közösségi szerkezetét a csoportmunka bevezetése előtt szociometriai felméréssel tártuk fel. A felmérést év végén meg-



ismételtük, ezáltal képet kaptunk arról, hogy mennyit fejlődött a csoportmunka hatására az osztály közösségi szerkezete.

**IV. Ismerni kell a csoportalakítás lehetőségeit.** Kísérletünkben a *választásos alapon történő* csoport-összeállítással dolgoztunk. Egyes csoportok létszáma 4–5 fő volt. (Ezen alul nem tekinthető csoportnak, magasabb létszámnál pedig fennáll a veszélye annak, hogy a csoportok ketté oszlanak.) A csoportoknak minden esetben volt *vezetőjük*. A közösségi nevelés erősítése érdekében kizárólag *vegyes* csoportok szerepeltek kísérletünkben. (Jeles, jó, közepes és gyenge képességű tanulókkal, ahol a jobb tanulók a maguk színvonalára próbálták felzárkóztatni a gyengébbeket.)

**V. Sajátos szervező munkát kíván:** ezen belül rendkívül jelentős a didaktikai feladat tudatosítása, tanulók megfelelő motivációja.

### *A kísérlet eredményessége*

a) *Nevelési vonatkozásban:* A kollektivitás tulajdonságaira koncentráltunk. Vizsgálati módszereink voltak egyrészt a megfigyelések, pedagógiai szituációk teremtése, másrészt szociometriai felmérések, melyek egzakt módon bizonyítottak. (Ez utóbbit szociometriai mátrixok formájában dolgoztuk fel.) Ezekből csak néhány fontosabb mutatót közlök.

#### *1. Kölcsönös kapcsolatok számának indexe*

|                       | Eger I. | Eger V. | Eger XI. | Füzesabony | Felső-tárkány |
|-----------------------|---------|---------|----------|------------|---------------|
| Kísérleti osztály ... | 1,92    | 2,2     | 2,6      | 2,94       | 1,75          |
| Kontroll osztály ...  | 1,51    | 1,8     | 1,66     | 2,4        | 1,9           |

#### *2. Kölcsönös kapcsolatokkal rendelkező gyermekek számának indexe*

|                       |      |      |      |      |      |
|-----------------------|------|------|------|------|------|
| Kísérleti osztály ... | 0,76 | 1,0  | 0,95 | 1,0  | 1,0  |
| Kontroll osztály ...  | 0,67 | 0,73 | 0,80 | 0,92 | 0,70 |

b) *Oktatási vonatkozásban:* Igazolással matematikai kontrollt alkalmaztunk. Értékelési összehasonlításul homogén tanulói csoportok szolgáltak, ami azt jelenti, hogy még a kísérlet kezdetén az azonos teljesítményű tanulókból ún. kísérleti párok alakultak, és a továbbiakban ezek teljesítményeinek alakulását figyeltük meg a csoportmunkával dolgozó kísérleti és a hagyományos frontálisan dolgozó kontroll osztályokban. (Természetesen a nevelő személye mind a két osztályban azonos volt.)

Az átlagos differencia a kísérleti osztályok javára 11,94% volt. Pozitív eltolódás már az első témazáró dolgozatnál mutatkozott, ahol a különbség átlaga 8,5% lett. Ez a differencia fokozatosan nőtt. A második felmérésnél 12, a harmadiknál átlag 14%-kal érték el jobb eredményt a kísérleti osztályok tanulói.

### **Összegezve**

*Előnyei* a csoportmunkaformának: Szociális téren kialakítja az élethez szükséges közösségi magatartást. Intellektuális téren az ismeretszerzést kellemsé, mélyebbé, gazdagabbá teszi.

*Hátrányai:* Nincs még kidolgozott értékelési rendszere (a jelenlegi álláspont az egyes tanulók osztályozását e munkaformában nem tartja kívánatosnak). Néhány passzivitásra hajlamos tanulónál improduktivitást eredményezhet.



## Bázisok

| Tanítási egység                          | Óratípus         | Szerv.forma (cso.-nál a változat megjelölése is)                                         | Indoklás                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |   |
|------------------------------------------|------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| 1. Na, Na <sub>2</sub> O és NaOH         | új ismeret-közlő | frontális                                                                                | A tanulók rengeteg új fogalommal találkoznak, melyek kialakítása feltétlen részletes irányítást igényel, továbbá a tanulói kísérleteztetés tiltott az anyagok veszélyessége miatt. Legcélszerűbb tehát a tananyag frontális szervezeti formában való feldolgozása.                                                                                                                                                                                                                       | C |
| 2. Na hatása vízre                       | új ismeret-közlő | frontális                                                                                | Előbbihez hasonló.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |   |
| 3. NaOH                                  | új ismeret-közlő | frontális                                                                                | Előbbihez hasonló.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | C |
| 4. Ca és Ca(OH) <sub>2</sub>             | új ismeret-közlő | csoportos (azonos feladatokkal való egyidejű foglalk.) homogén                           | Új ismeretközlő volta ellenére is kiválóan alkalmas csoportmunkára. A tanulók már elég ismerettel rendelkeznek ahhoz, hogy az elem, oxid, bázis összefüggéseire maguk is rájöjjenek. A kísérletek csoportonként elvégezethetők. (Ügyesen szerkesztett munkalap az ismeretszerzés jó eszköze volt, utasításokat adott, kérdezett, információkat közölt.)                                                                                                                                  |   |
| 5. Ca hatása vízre                       | új ismeret-közlő | csoportos (azonos feladatokkal való egyidejű foglalk.) homogén                           | Analóg órája a Na vízre való hatásának, tehát csak igen vázlatos irányítást igényel.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | C |
| 6. NH <sub>3</sub> és NH <sub>4</sub> OH | új ismeret-közlő | csoportos (frontális és csoportos ciklikus vált.) homogén                                | Az ammónia előállítását, tulajdonságainak bemutatását a nevelő végzi. A kísérlet elemzése munkalapokon szereplő kérdések alapján csoportok feladata. Az óra további részében megint átváltunk frontális munkaforrásra, majd a tankönyv kérdéseit csoportosan dolgoztatjuk fel.                                                                                                                                                                                                           |   |
| 7. Bázisok ált. jellemzése               | ism. rendszerező | csoportos (feladatok tárgyi, logikai szempontból azonosak, feldolgoz. módja más) homogén | A tanulói csoportok bázist állítanak elő, de más-más kémiai folyamattal. (Egyesüléssel, helyettesítéssel, cserebomlással.) Ezzel időt takarítunk meg, és kiszélesítjük a tapasztalatszerzés bázisát. A végső konklúzió levonása azonban frontális osztálymunkával történik, amit megelőz a csoportok részletes beszámoltatása. Ez a variánsa a csoportmunkának társaslélektani szempontból is hasznos, mert a tanulókat érdekli, hogy társaik miként jutottak ugyanahhoz az eredményhez. |   |
| 8. Bázisok összehasonlása                | ism. rendszerező | frontális                                                                                | A tanulók akkor profitálnak többet, ha a nevelő súlypontozásával találkoznak.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |   |



|                                        |           |                   |                                                                                                                                                                                                                                                     |
|----------------------------------------|-----------|-------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 9. Munkál-<br>tató óra                 | alk.      | indivi-<br>duális | Az órán célszerű feladatlapokat egyéni-<br>leg kitöltetni, s az egyes feladatok<br>megoldása után visszajelzéseket<br>kérni. A beszámoltatás során tisztá-<br>zódhat, hogy a tanulók milyen fogal-<br>makat nem sajátítottak el kellő<br>mértékben. |
| 10. Téma-<br>záró<br>dolgozat<br>írása | ellenőrző | indivi-<br>duális | Feladatlapok egyéni kitöltése, számon-<br>kérés osztályozás céljából.                                                                                                                                                                               |

C

## Kísérlet

### Konyhasó előállítás elemeiből (szintézis)

*Alkalmazható:* általános iskola 8. osztálya — általános iskola szakköri foglal-  
kozás — középiskolában,

*újszerűsége:* biztonságos kivitel, mert a tanterem levegője nem szennyeződik,  
elszívó fülke hiányában sem (a felesleg  $\text{Cl}_2$  elnyelődik és közöm-  
bösítést nyer), a kísérlet során eszköztörés nem következik be  
az égetőkanál alkalmazása során,

*eszközök:* kis gázfejlesztő készülék, 2 db oldalcsöves kémcső, 2 db furatos  
gumidugó, 2 db derékszögben hajlított üvegső, egy db (fél-  
mikro) égetőkanál, Bunsen- vagy Teklu-égő — kevés üveg-  
gyapot — 10%-os NaOH-oldat,

*kísérleti eszközök összeállítása:* 1. ábra alapján

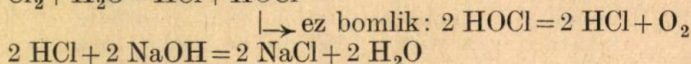
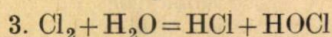
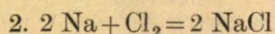
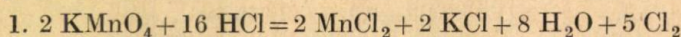
*kísérlet végrehajtása:*

gondosan megtisztított és megszáritott fél-borsónyi Na darabkát a félmikro  
égetőkanálba helyezve, az oldalcsöves kémcsőbe merítve, ott hevíteni a gáz-  
fejlődés megindulása után.

(Az égetőkanál jól illeszkedik a kémcsőbe, annak megrepedését, törését nem  
okoza a kísérlet során, ami ellenkező esetben várható.)

A tiszta NaCl a hevítés során a (2) kémcső falán lerakódik — a felesleg  $\text{Cl}_2$   
oldódik és közömbösítést nyer a (3) kémcsőben a NaOH-dal.

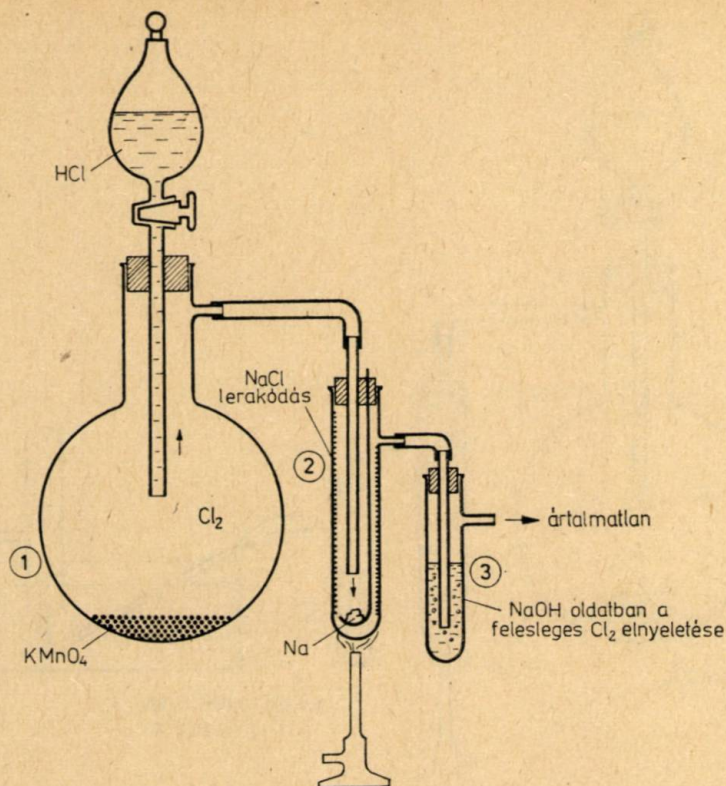
*folymatok:*



A tiszta NaCl előállítása céljából jó, ha kevés üveggyapottal alábélelünk az  
égetőkanálban a Na darabkának — ez esetben az égetőkanál (vas) nem lép  
reakcióba a  $\text{Cl}_2$ -gázzal.

**Figyelem!** A klórral való kísérlet a fenti biztonságos, zárt rendszer mellett is  
óvatosságot igényel, különösen a gázfejlesztő megnyitásakor.





1. ábra

## Széndioxid redukálása cinkkel

**alkalmazható:** általános iskola 7. vagy 8. osztályában, valamint szakköri foglalkozáson,

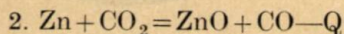
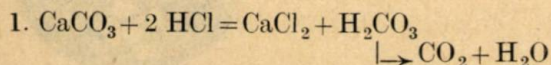
**újszerűsége:** a cinket mint redukáló elemet is megismerik a fémek aktivitási sorában a tanulók, a kísérlet összeállítása, elvégzése egyszerű, veszélytelen — szemlélete: a tudományosságba vezető, a kémiai átalakulásokat sorozatban mutatja be.

**eszközök:** kis gázfejlesztő készülék, 1 db üvegcád, Bunsen- vagy Teklu-égő, 3 db oldalsóesüves kémcső, 3 db hajlított üvegcső,

**anyagok:** szemcsés mészkő, sósav, finom Zn-por, üveggyapot, NaOH vagy  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ -oldat,

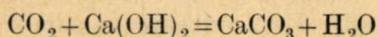
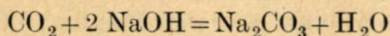
**összeállítás:** 2. ábra alapján

**folyamatok:**

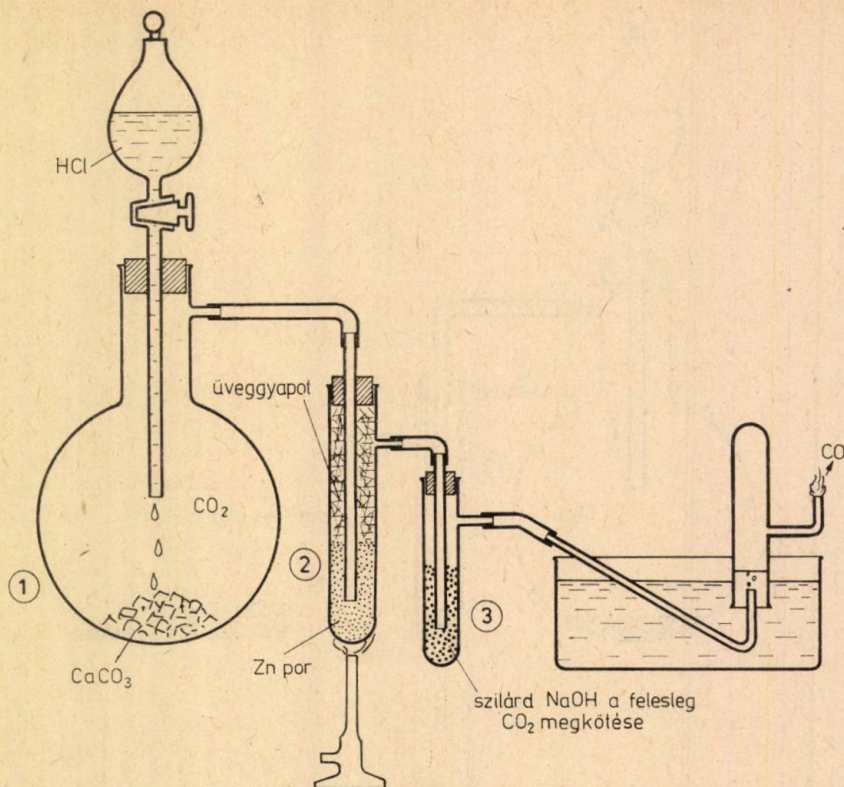


3. a felesleg  $\text{CO}_2$

a) NaOH-ban  
vagy oldva  
 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ -ban







2. ábra

összeállította:

Török Loránd szakfelügyelő  
Mindszent

# kémiai fejtörő



Kedves „Fejtörők”!

Szerkesztőségünkbe minden alkalommal igen sok levél, megoldás érkezik. Ennek nagyon örülünk, és szeretnénk, ha jövőben még nagyobb számban kapcsolódnátok be feladat-megoldó versenyünkbe, hiszen ez megkönnyíti a kémia felvételire, különböző versenyekre való felkészüléseket is. A szerkesztőse-



günkbe beérkező levelek könnyebb feldolgozása, a megoldók névsorának pontosabb összeállítása kedvéért kérjük, hogy a jövőben a *borítékon* tüntessétek fel az alábbiakat:

- a lakáscímek helyett az *iskolátok nevét és címét*,
  - minden esetben írjátok fel, hogy *Kémiai Fejtörő*,
  - a *lap számát*, amelynek a megoldását külditek, *pl. 1975/2*.
- A borítékban elhelyezett megoldásokkal kapcsolatban kérjük:
- *minden feladat* megoldását *külön lapon* végezzétek,
  - *minden lapra*, a feladat sorszáma mellé írjátok fel a *neveteket* és az *iskola nevét*,
  - azt is tüntessétek fel, hogy *hányadik osztályba* jártok;

ugyanis az *I. és II. osztályos tanulók is küldhetnek be a jövőben megoldásokat*, olyan feladatok esetében, amelyekhez tartozó ismereteket már tanulták. Az *I. és II. osztályosoktól* rész megoldásokat is elfogadunk, vagyis értékeljük munkájukat akkor is, ha *pl. három feladatból csak kettő* megoldását küldik be.

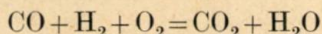
Ebben az évben sajnos nem tudunk az egész évi feladatmegoldó munkáról értékelő összesítést adni — az előző évhez hasonlóan —, mert sokan egyáltalán nem tüntették fel az iskolájuk nevét és címét, aminek alapján az összesítést elvégezhetnénk.

## FELADATOK

1. Kétféle fémeket tartalmazó keverékünk van. Az a feladatunk, hogy meghatározzuk, melyik két fém található a keverékben.

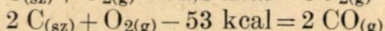
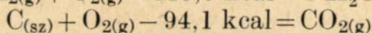
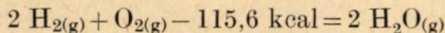
Ehhez a következő méréseket végeztük:

- a) A keverék 2 grammját és biztosan feleslegben levő sósavat mérlegen kitaráltuk, majd a keveréket a sósavba tettük. A kémiai reakció lejátszódása után 46,1 mg súlycsökkenést tapasztaltunk, ugyanakkor azonban fémpor is visszamaradt az edényben, melynek tömege (szárítás után) 0,5 gramm.
  - b) A keverék másik 2 grammját ezüst-nitrát-oldatba tettük, ahol elektrokémiai reakció játszódott le. Ennek során teljes kicserélődés következett be. A keletkezett fém tömege 5,501 gramm.
2. A vízgázt elégetve a következő reakció játszódik le:



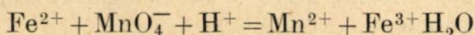
Hány kg vizet lehet 0 °C-ról 100 °C-ra felmelegíteni azzal a hőmennyiséggel, ami 1 m<sup>3</sup> normál állapotú vízgáz elégetésekor keletkezik, feltéve, hogy az elégetéskor keletkezett víz gőz állapotban van jelen?

További adatok



(A gázok fajhőjét a számításnál elhanyagoljuk.)

3. 100 liter 1 at nyomású, 20 °C hőmérsékletű kén-dioxidból és nitrogénből álló gázelegyet 5 liter 0,2 mólos KMnO<sub>4</sub>-oldaton buborékoltatunk át. Az MnO<sub>4</sub><sup>-</sup> ion a kén-dioxidot szulfáttionná oxidálja, miközben Mn<sup>2+</sup>-ionná redukálódik. (Írjuk fel a reakcióegyenletet!) A buborékoltatás befejezése után visszamaradt KMnO<sub>4</sub> oldat 10 ml-ét megsavanyítjuk, majd 0,5 mólos FeSO<sub>4</sub>-oldattal titráljuk. A következő, *kiegészítendő egyenlet* szerinti reakció játszódik le:





A 10 ml  $\text{KMnO}_4$ -oldatra 16 ml 0,5 mólus  $\text{FeSO}_4$ -oldat fogy. Hány térfogat-százalék kén-dioxidot tartalmazott a gázelegy (a számításnál feltételezzük, hogy az átbuborékoltatott kén-dioxid teljes egésze reagál a kálium-permanganáttal, és eközben az oldat térfogata nem változik)?

4. 6 edényben, külön-külön 1 : 1 arányban elkevertünk vegyítiszta kvarchomokot és 6 fém finom reszelékét: alumínium-, cink-, magnézium-, réz-, ólom- és vasreszelékét.

Hogyan állapítaná meg legegyszerűbben és leggyorsabban, hogy melyik edényben melyik fém található?

### Az 1975/1. szám feladatainak megoldásai

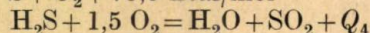
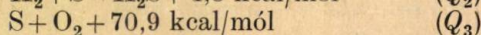
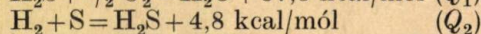
1. 100 g víz 20 °C-on 34,0 g KCl-ot  
120 g víz 20 °C-on  $x$   $x = 40,8$  g KCl

A vízben eredetileg 42,8 g KCl volt feloldva.  
Tehát

$$\frac{242,8 \text{ g KCl-oldat}}{100 \text{ g KCl-oldat}} = \frac{42,8 \text{ g KCl}}{y} \quad y = 17,62$$

Az eredeti KCl-oldat tehát 17,62 súlyszázalékos volt.

2.  $\text{H}_2\text{S} + \frac{1}{2} \text{O}_2 = \text{H}_2\text{O} + 57,8 \text{ kcal/mól} \quad (Q_1)$



$$Q_4 = Q_1 + Q_3 - Q_2$$

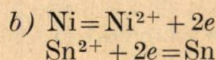
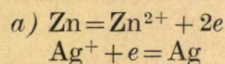
$$Q_4 = 57,8 - 4,8 + 70,9$$

$$Q_4 = 123,9 \text{ kcal/mól}$$

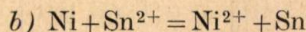
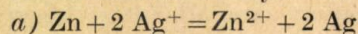
A  $\text{H}_2\text{S}$  1 móljának égésekor keletkező hő 123,9 kcal.

3. A két reakciópár, ha galvánelemmé kapcsolva a legnagyobb feszültséget akarjuk: Zn és Ag; a legkisebb feszültséget az Sn és a Ni adja.

Elektrodreakciók:



Az elektrokémiai folyamat:



Az elektromotoros erő:

$$E = E_{01} + 0,058/z \lg c_1 - E_{02} - 0,058/z \lg c_2;$$

mivel az oldatok 1 mólusak,  $\lg c_1 = \lg c_2 = 0$ , így

$$E = E_{01} - E_{02}$$

$$a) \quad E = -0,763 - (+0,800) = -1,563 \text{ V}$$

$$b) \quad E = -0,230 - (-0,140) = -0,09 \text{ V}$$

A két galvánelem feszültségkülönbsége:

$$1,563 - 0,090 = 1,473 \text{ V}$$

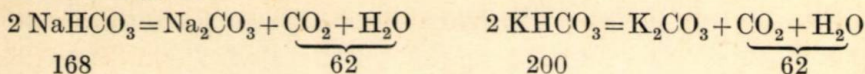
Tehát a Zn—Ag galvánelem 1,473 V-tal szolgáltat nagyobb feszültséget, mint a Ni—Sn galvánelem.



## Az 1975/2. szám feladatainak megoldásai

1. A keverék tömege: 143 g. Az eltávozó anyag tömege: 46,5 g.

A reakcióegyenletek:



A keverékben levő  $\text{NaHCO}_3$  mennyisége  $x$  g, a  $\text{KHCO}_3$  mennyisége  $y$  g.

$$x + y = 143 \text{ g}; \quad y = (143 - x) \text{ g}$$

Ha  $x$  g  $\text{NaHCO}_3$ -ból  $y'$  g víz és szén-dioxid fejlődik:

$$x/168 = y'/62 \quad y' = \frac{62x}{168}$$

A  $\text{KHCO}_3$ -ra hasonlóképpen felírhatjuk:

$$\frac{143 - x}{200} = \frac{y''}{62} \quad y'' = \frac{62(143 - x)}{200}$$

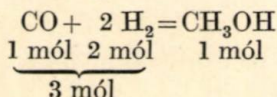
$$y' + y'' = 46,5$$

$$\frac{62x}{168} = \frac{31(143 - x)}{200} = 46,5$$

$$x = 36,77 \text{ g NaHCO}_3 \text{ és } y = 143 - 36,77 = 106,23 \text{ g KHCO}_3.$$

A keverék tehát 25,71%  $\text{NaHCO}_3$ -ot és 74,28%  $\text{KHCO}_3$ -ot tartalmaz.

2. A metilalkohol keletkezésének egyenlete:



3 mól szintézisgázból (3,22,41 liter) 1 mól (32 g) metilalkohol állítható elő.

A 15 liter 300 °C-os és 250 atm nyomású szintézisgáz térfogata normál állapotban:

$$\frac{pV}{T} = \frac{p_0V_0}{T_0}$$

$$V_0 = \frac{pT_0V}{Tp_0} = \frac{250 \text{ atm} \cdot 15 \text{ liter} \cdot 273 \text{ °K}}{573 \text{ °K}} = 1786,64 \text{ liter}$$

A 3 mól gáz térfogata normál állapotban 3 22,41 = 67,23 liter.

Ha 67,23 liter szintézisgázból 32 g metilalkohol keletkezik

1786,64 liter szintézisgázból  $x$  metilalkohol keletkezik

$$x = 850,40 \text{ gramm}$$

A 15 liter 300 °C-os és 250 atm nyomású szintézisgázból tehát 850,40 gramm metilalkohol keletkezik.

3. A feladat szövegéből egy adat kimaradt, így a megoldás leegyszerűsödött. Az eredmény 4,5% Cu.



## СОДЕРЖАНИЕ

|                                                                                                                  |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <i>Й. Мате</i> : Задачи на 1975/76. учебный год .....                                                            | 97  |
| <i>К. Харка</i> : Тридцатилетие на уроке химии .....                                                             | 98  |
| <i>Й. Мойзеш—Г. Ч. Надь</i> : Некоторые возможности употребления моделей в преподавании органической химии ..... | 101 |
| <i>Д-р Т. Шарик</i> : Замечания к употреблению справочников для преподавателей начальных школ II. ....           | 115 |
| <i>И. Пирино</i> : Экспериментальное испытание групповых занятий в комитате Хевеш                                | 120 |
| <i>Эксперимент</i> .....                                                                                         | 124 |
| <i>Химическая головоломка</i> .....                                                                              | 126 |

## INHALT

|                                                                                                                                 |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <i>Frau János Máthé</i> : Die Aufgaben des Schuljahres 1975/76. .. .. .                                                         | 97  |
| <i>Harka, Katalin</i> : Die 30. Jahresfeier in der Chemiestunde .. .. .                                                         | 98  |
| <i>Mojzes, János—Cs. Nagy, Gábor</i> : Einige Anwendungsmöglichkeiten von Modellen im Unterricht der organischen Chemie .. .. . | 101 |
| <i>Dr. Perczel, Sándor</i> : Anwendung von Aufgabenblättern in den Schuler-versuchsstunden .. .. .                              | 108 |
| <i>Dr. Sárík, Tibor</i> : Bemerkungen zum Gebrauch der Handbücher für Lehrer der Grundschulen II. .. .. .                       | 115 |
| <i>Pirinó, Ida</i> : Versuchserprobung der Gruppenarbeit im Komitat Heves .. ..                                                 | 120 |
| <i>Ein Versuch</i> .. .. .                                                                                                      | 124 |
| <i>Chemierätsel</i> .. .. .                                                                                                     | 126 |

## CONTENTS

|                                                                                                             |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <i>J. Máthé</i> : Tasks for the 1975/76 school-year .. .. .                                                 | 97  |
| <i>K. Harka</i> : The 30. anniversary on the chemistry lessons .. .. .                                      | 98  |
| <i>J. Moyzes—G. Cs. Nagy</i> : Some possibilities for applying models in teaching organic chemistry .. .. . | 101 |
| <i>Dr. S. Perczel</i> : Test-papers, on the lessons of pupils, experiments .. ..                            | 108 |
| <i>Dr. T. Sárík</i> : Notes on the manuals for elementary-school-teachers II. ..                            | 115 |
| <i>I. Pirinó</i> : Experimental test of group work in county Heves .. .. .                                  | 120 |
| <i>Experiment</i> .. .. .                                                                                   | 124 |
| <i>Chemical Puzzle</i> .. .. .                                                                              | 126 |



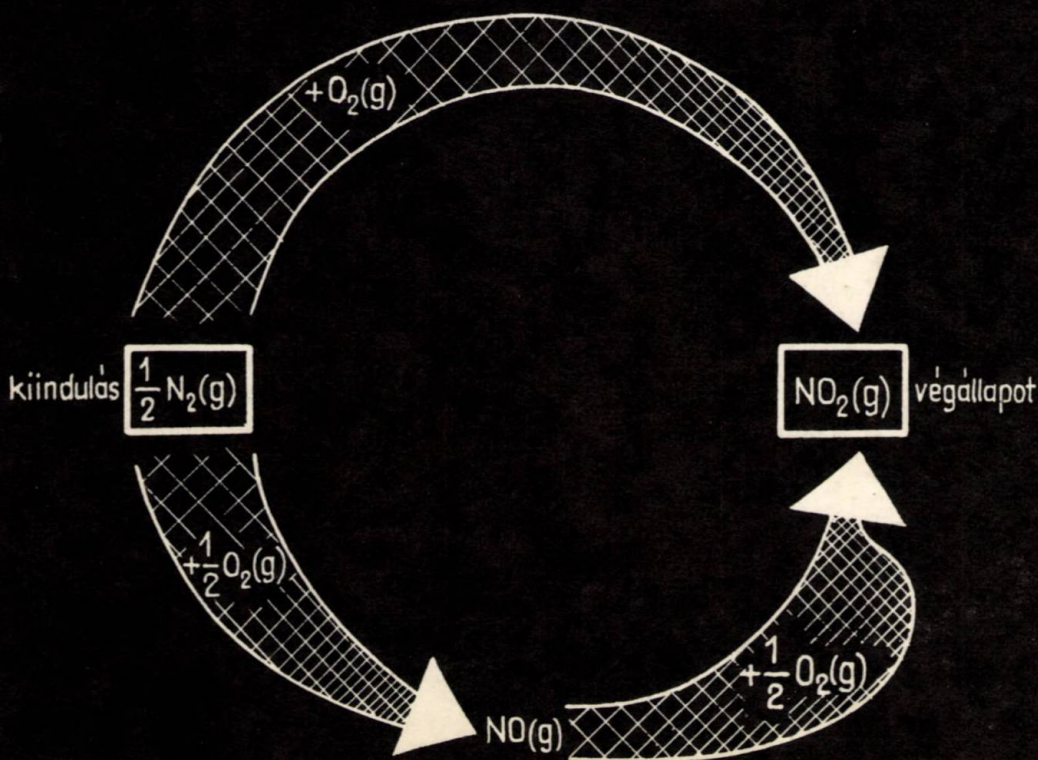
# A KÉMIA TANÍTÁSA

1975

5

XIV. ÉVF.

Az Oktatási Minisztérium módszertani folyóirata





# A KÉMIA TANÍTÁSA

AZ OKTATÁSI  
MINISZTERIUM  
MÓDSZERTANI FOLYÓIRATA

SZERKESZTŐ:

DR. BALÁZS LÓRÁNT

Szerkeszti:

A SZERKESZTŐ BIZOTTSÁG

Szerkesztőség:

1406 Budapest VII., Gorkij fasor 17.  
Országos Pedagógiai Intézet Kémia  
Tanszéke. Telefon: 228-238, 228-203,  
229-275, 228-609, 228-823. — Kiadja a  
Tankönyvkiadó, 1363 Budapest V.,  
Szalay utca 10-14. — A kiadásért fe-  
lelős a Tankönyvkiadó igazgatója. —  
Terjeszti a Magyar Posta. Előfizethe-  
tő bármely postahivatalnál, a kézbe-  
sítőknél, a Posta hírlapüzleteiben és  
a Posta Központi Hírlap Irodánál  
(KHI, Budapest V., József nádor tér  
1., telefon: 180-850, postacím: 1900 Bu-  
dapest) közvetlenül vagy postautal-  
ványon, valamint átutalással a KHI  
215-96 162 pénzforgalmi jelzőszáma-  
ra. Előfizetési díj egy évre: 14,40 Ft.  
75., 5098 - Révai Nyomda, Budapest.

F. v.: Povárny Jenő

Megjelenik évente hatszor

Kérjük a Kartársakat, hogy  
közlésre szánt cikkeiket gé-  
pelve, két példányban küld-  
jék meg a szerkesztőség  
fenti címére. — A papír-  
lapnak csak egyik oldalára,  
kettes sortávolsággal ír-  
janak. Egy-egy oldalra 30  
sort gépeljenek. A sor hosz-  
za 66 betűhely. A cikkek  
terjedelme legfeljebb 4-5  
gépellát oldal lehet. A rajzo-  
kat, táblázatokat külön la-  
pon, megfelelő ábraszöveg-  
gel (aláírással) ellátva  
küldjék be.

Szerkesztőség

## A SZERKESZTŐ BIZOTTSÁG

Hinora Sándorné, Kovács László, dr. Körner Mik-  
lósné, Michalovszky Csabáné, dr. Pataki László, dr.  
Rácz Fodor Benő, dr. Rozgonyi Jánosné, Sárdi Bé-  
láné, dr. Szűcs László

## T A R T A L O M

|                                                                             |     |
|-----------------------------------------------------------------------------|-----|
| Dr. Balázs Lóránt: A termodinamikai alap-<br>fogalmak tanítása .....        | 129 |
| Dr. Pataki László: Termodinamikai és<br>aktuális egyensúlyállandók .....    | 146 |
| Z. Orbán Erzsébet: Az új gimnáziumi<br>kémia tanterv bevezetése előtt ..... | 151 |
| Kárpáti László: Újítási javaslat ....                                       | 156 |
| Kémiai fejtörő .....                                                        | B/3 |





DR. BALÁZS LÓRÁNT

tszv. főiskolai tanár, kémiai tudományok kandidátusa  
OPI, Kémiai Tanszék, Budapest



## A termodinamikai alapfogalmak tanítása

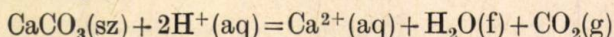
Hosszú ideig, még a felsőfokú oktatásban is, a leíró kémia tanítása dominált, és a természettudományok határozottan elkülönültek egymástól. A kémián belül a szervetlen és a szerves kémia közötti határ volt éles, de az ún. általános kémia sem tudta feloldani a fizikai kémia elkülönültségét, s nem tette lehetővé a fizikai kémia alapelveinek rendszeres alkalmazását a kémiatanulás folyamán. A határtudományok rohamos fejlődése szembetűnően bizonyította annak szükségességét, hogy mind a természettudományok, mind az egyes szakterületek kapcsolatát, közös vonásait és ismeretanyagát egységes szemlélet szerint tárgyalják. S ma már nem ritkák azok a tankönyvek, amelyek fizikai kémiai alapelvekre épített egységes szervetlen és szerves kémiát foglalnak össze, kitérve közben biokémiai, geokémiai stb. kérdésekre is. Középfokú kémiatanításunkban a leíró kémia szemléletmódja még mindig hangsúlyozottabb mint az elvi általános összefüggéseket feltáró és alkalmazó tárgyalási mód, amit pedig a gondolkodásra való nevelés a leghatározottabban igényelne. A rendelkezésre álló rendkívül kevés időben, nem lehet célunk csupán néhány vegyület részletes ismertetése, amikor a gyakorlati élet szempontjából kiemelkedően fontos vegyületeknek még a megemlézésére sincsen mód; és alapvetően hiányoznak azok az ismeretek, amelyek kialakítják az egységes természettudományos szemléletet, feltárják a kémiai változások összefüggéseit. Kémiatanításunk mindaddig különösen az energetikai vonatkozásokat mellőzte mind az anyagszerkezeti, mind pedig a kémiai folyamatok szempontjából. Ezen a hiányosságon az sem változtatott, hogy néhány esetben — szinte kivételként — a reakciók „hőhatásai” megemlézésre kerültek. Az energetikai összefüggések rendszeres használata elengedhetetlenül szükséges ahhoz, hogy egységes kép alakuljon ki a tanulóknak a kémiai folyamatokról; és a kísérleti tényeket gondolkodva elemezhessek. Az energetikai összefüggések egyúttal a legszorosabb kapcsolatot biztosítják a természettudományok között is: a fizikai, a biológiai és a kémiai változások egyaránt energiaváltozásokkal is járnak. A termodinamika alapvető törvényei — alkalmas egyszerűsítések mellett — lehetővé teszik azt, hogy a tanulók az elméleti és a gyakorlati ismereteket összekapcsolják, keressék az összefüggést az ok és okozat között, választ találjanak arra a kérdésre, hogy miért játszódhat le egy-egy folyamat, milyen irányban várható a reakció, és meddig következik be változás (egyensúlyok).



Az új irányokat kereső hazai kémiatanítás legfeltáratlanabb területét a termodinamika alapjainak oktatása jelenti, így célszerűnek látszik ezekkel a kérdésekkel rendszeresen foglalkozni. Annál is inkább, mert a fizikai kémiát még sokan mint rendkívül „bonyolult” és a középfokú oktatásban kevéssé „felhasználható” tudománynak vélik. Természetesen egyetlen cikkben nincsen mód részletezni egy-egy témakört annak veszélye nélkül, hogy az átfogó alkalmazhatóságot, sőt ennek szükségességét szem elől ne tévesztenénk. Éppen ezért — vállalva a túlzott rövidezséggel járó hátrányokat — mindössze néhány alapvető összefüggésre hívjuk fel a figyelmet, amelyek alkalmazása a kémiai reakciókra, elősegíti azok megértését.

#### *A kémiai folyamatok entalpia-változásai*

A kémiai változásokat energetikai szempontból nézve a legszembetűnőbb a folyamatokat kísérő hőeffektus, amit reakcióhőként, oldáshőként, égéshőként stb. észlelünk. E hőeffektusok azonban csak egy részét jelentik a reakciókkal járó energiaváltozásoknak, mert magához a folyamat lejátszódásához is szükséges energia. Ez könnyen belátható, ha példaként gázfejlődéssel járó reakciót vizsgálunk meg közelebből. Így a kalcium-karbonát és sav (pl. sósav, ecetsav) reakciójakor:

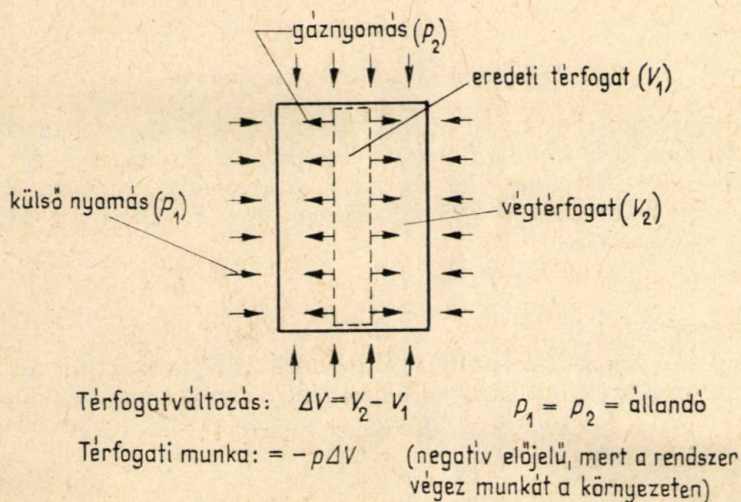
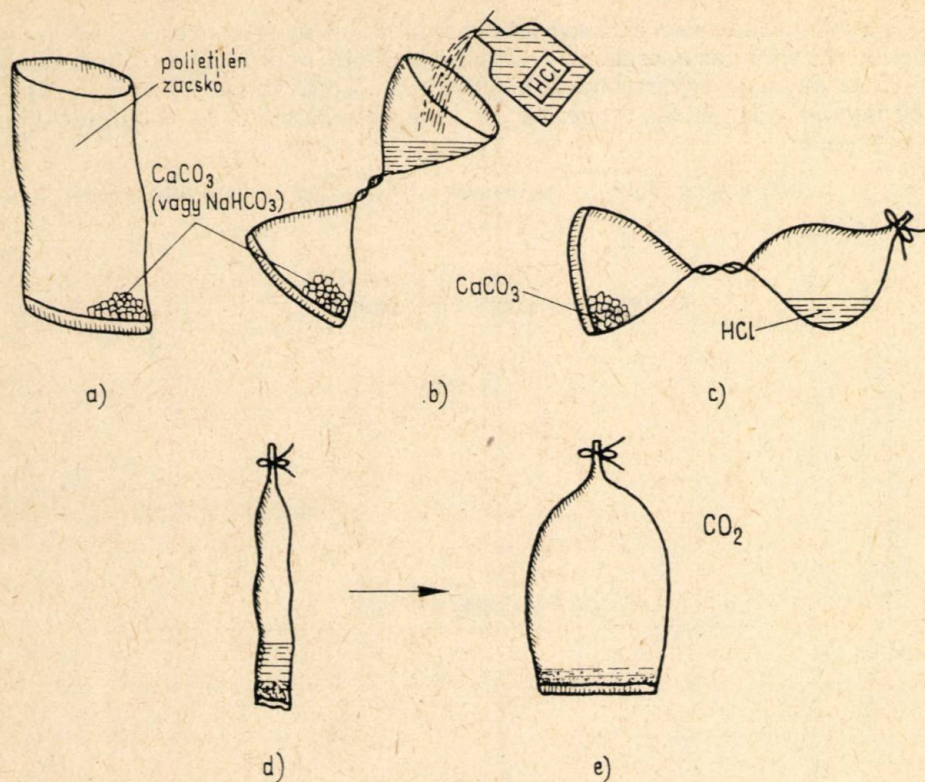


15,9 kJ hő keletkezik, miközben 1 mól szén-dioxid-gáz szabadul fel. Az alábbiakban leírt kísérlet kvalitatíve jelzi, hogy a reakció során felszabaduló gáz, a térfogat megnövekedése miatt munkát végez a reakcióteret körülvevő levegővel szemben. (A külső légnyomás nem változik, így állandó nyomás melletti reakcióról van szó.)

*Kísérlet:* Polietilén- vagy PVC-zacskóba 3—4 gramm kalcium-karbonátot teszünk, majd a levegő zömét — egyszerű végigsimítással — eltávolítjuk. A zacskó alján elhelyezkedő szilárd anyagot a zacskó megcsavarásával elzárjuk, s a nyílás felé eső részbe 10—20 cm<sup>3</sup> tömény sósavat vagy ecetsavat töltünk be. Végül a zacskó nyílását zsineggel légmentesen lezárjuk (1. ábra). A zacskó megemelésével a reagáló anyagokat elválasztó fóliarészt visszacsavarjuk, ezáltal a sósav és a kalcium-karbonát egymással érintkezésbe jut: és a reakció megindul. A felszabaduló szén-dioxid-gáz a zacskót felfújja: a gáz nyomására a reakcióteret a környezettől elválasztó rugalmas fal a levegőt e térrészből „kiszorítja”, azaz a külső légnyomással szemben munkát végez. Minthogy a munkavégzés a térfogatváltozásból származik, a reakcióval járó ún. *térfogati munka*\* —  $p \cdot \Delta V$ . A gáztörvény szerint 1 mólnyi gázra 25 °C (298 °K) hőmérsékleten  $pV = RT$ ; tehát a térfogati munka =  $-RT = -(8,3 \cdot 298) \text{J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mól}^{-1}$ , vagyis 2,5 kJ · K<sup>-1</sup> · mól<sup>-1</sup>. A kémiai rendszer teljes energia-csökkenése így — (15,9 + 2,5) kJ = — 18,4 kJ, aminek csupán egy része „szabadul fel” hőként, a másik része a gáz képződésének velejárója, a folyamathoz elengedhetetlenül szükséges. (A kísérletnél csak a gáz jelentős mértékű térfogatváltozásával számoltunk, ami mellett valamennyi más — pl. a vízképződésből származó — térfogatváltozás elhanyagolható.)

\*A negatív előjel onnan származik, hogy a rendszer végzi a munkát, és ezáltal energia-tartalma csökken.





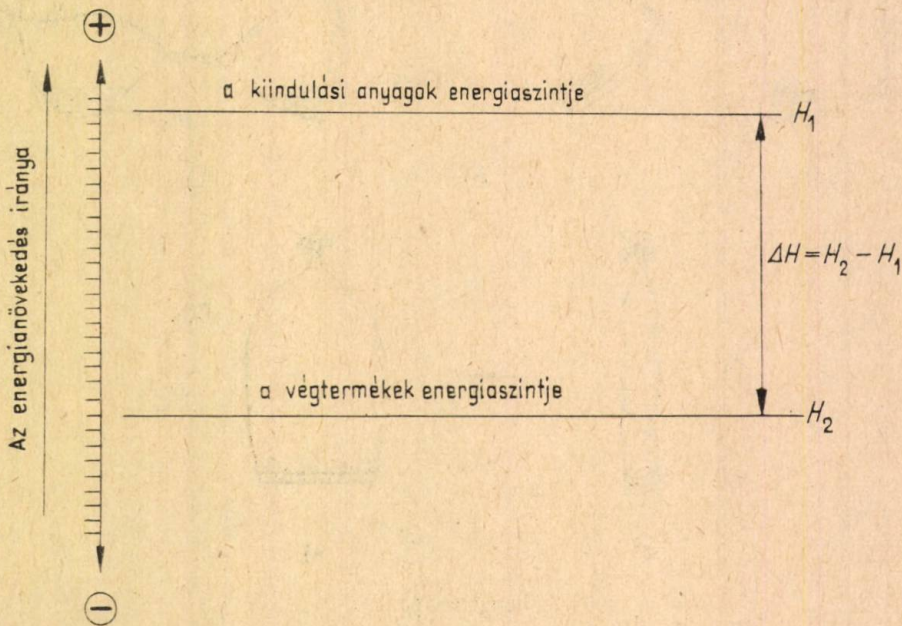
1. ábra. Térfogatváltozással járó reakció

Nyitott rendszerek esetében ( $p = \text{állandó}$ , *ti.* a külső légnyomás) azonban mindig kell számolnunk bizonyos mértékű térfogatváltozással is. Azt a termodinamikai függvényt, amelyik a rendszer teljes energiakészlete mellett a térfogati munkát is magába foglalja: *entalpiának* (jele:  $H$ ) nevezik.



A gyakorlatban nem szükséges az energia abszolút értékének ismerete, mert a reakciók során az energia megváltozása a döntő, amit a végtermékek és a kiindulási anyagok egyértelműen meghatároznak (2. ábra). Az energiakülönbség mindig valós érték, független az „energiaskálától”. Az entalpiaváltozás ( $\Delta H$ ) tehát:

$$\Delta H = (H_1 + H_2 + \dots)_{\text{végtermékek}} - (H_1' + H_2' + \dots)_{\text{kiindulási anyagok}}$$



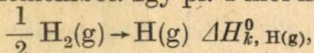
2. ábra. Az energiakülönbség értelmezése

25 °C hőmérsékleten és 1 atm nyomáson, az 1 mólnyi anyagmennyiségre vonatkoztatott entalpiát *standard moláris entalpiának* nevezik (jele  $H^\circ$ , mértékegysége  $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ). Megállapodás szerint viszonyító alapul a standard körülmények közötti halmazállapotú elemek (így pl. S(s), C(s), Br<sub>2</sub>(l), H<sub>2</sub>(g) stb.) entalpiáját választották:

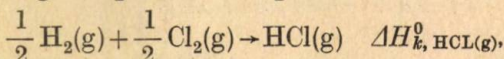
sz = szilárd, f = folyadék, g = gáz.

$$H_{\text{elem}}^\circ = 0$$

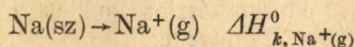
A továbbiakban képződési entalpiaváltozásnak ( $\Delta H_k^\circ$ ) tekintjük azt, amikor standard körülmények között egyatomos gázok, ionok vagy vegyületek képződnek elemeikből. Így pl. 1 mól hidrogénatom képződési entalpiaváltozása:



1 mól sósavgáz képződési entalpiaváltozása:



1 mól gáz-halmazállapotú nátriumion képződési entalpiaváltozása:





folyamatokat jelenti. Az utóbbinál térünk ki arra, hogy miért entalpiaváltozásról beszélünk: az adott folyamatnál ugyanis a „kiindulási anyag” a standard körülmények közötti elem maga, így a folyamat entalpiaváltozása:

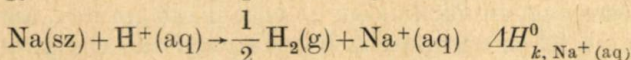
$$\Delta H^0 = H^0_{\text{Na}^+(\text{g})} - H^0_{\text{Na}(\text{sz})} = H^0_{\text{Na}^+(\text{g})} - 0 = \Delta H^0_{\text{k}, \text{Na}^+(\text{g})}$$

közvetlenül a képződési entalpiaváltozást jelenti.

A hidratált ionok képződési entalpiaváltozásának vonatkoztatási alapjául a

$$\Delta H^0_{\text{k}, \text{H}^+(\text{aq})} = 0$$

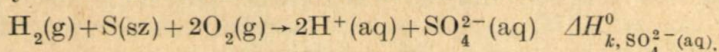
szolgál. Így a nátriumion képződési folyamatát, a:



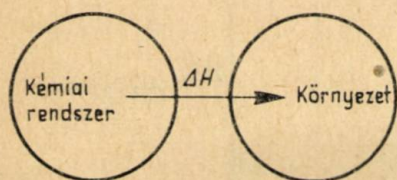
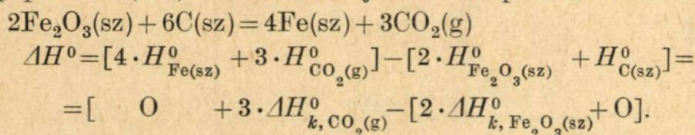
reakció fejezi ki, ahonnan a folyamat entalpiaváltozása

$$\begin{aligned} \Delta H^0 &= \left( \frac{1}{2} H^0_{\text{H}_2(\text{g})} + H^0_{\text{Na}^+(\text{aq})} \right) - [H^0_{\text{H}^+(\text{aq})} + H^0_{\text{Na}(\text{sz})}] = \\ &= 0 + H^0_{\text{Na}^+(\text{aq})} - 0 + 0 = \Delta H^0_{\text{k}, \text{Na}^+(\text{aq})} \end{aligned}$$

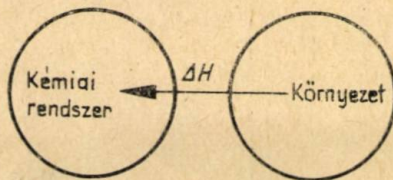
megegyezik az ion képződési entalpiaváltozásával. Összetett ionoknál a meghatározó folyamat a következők szerint értelmezhető:



A vonatkoztatási energiaszint tehát mindenkor az adott halmazállapotú elem energiaszintje, most már csak az energiaváltozások előjelében kell megállapodni. Mindenkor a rendszer szempontjából vizsgáljuk az energiaváltozásokat: pozitív, ha a rendszer energiát vesz fel a környezettől (endoterm folyamat), negatív, ha a rendszer energiát ad le a környezetnek (exoterm folyamat) (3. ábra). A reakciók entalpiaváltozását a standard moláris entalpia értékekből számítjuk, amelyeket a sztöchiometriai egyenletben szereplő mólszámokkal szükséges szorozni. Így pl. a vas(III)-oxid redukciójának entalpiaváltozása:



exoterm folyamat  
( $\Delta H$  negatív előjelű)



endoterm folyamat  
( $\Delta H$  pozitív előjelű)

3. ábra. A rendszer és környezetének kölcsönhatása

Táblázatokban a standard moláris entalpiaváltozásokat foglalják össze, ahonnan



$$\Delta H_{k, \text{CO}_2(\text{g})}^0 = -393,5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} \text{ és } \Delta H_{k, \text{Fe}_2\text{O}_3(\text{sz})}^0 = -822,7 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1},$$

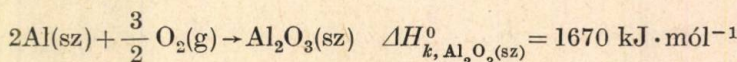
így a reakció

$$\Delta H^0 = 3\text{mol}(-393,5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}) - 2\text{mol} \cdot (-822,7 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}) = +464,9 \text{ kJ}$$

endoterm folyamatot jelöl, amit az egyenlet mellett szokás feltüntetni.

A reakciók entalpiaváltozásának definícióját a reakcióegyenlet szolgálta, s ebben különbözik a képződési entalpiaváltozásoktól, ahol éppen egy mólnyi anyagmennyiség keletkezésére írjuk fel az egyenletet. A szerves vegyületeknél különösen fontos az égési entalpiaváltozás, amelynek megállapításához éppen 1 mólnyi anyagmennyiséget égetünk el széndioxiddá és vízzé (ha összetétele: C, H, O).

A gyors áttekintésre nagyon alkalmasak az entalpiadiagramok, amelyeknél függőlegesen tüntetjük fel az energiatengelyt, s a megfelelő energiaszinteknél vízszintes vonalra írjuk fel a vegyjeleket. A képződési entalpiaváltozások vonatkoztatási alapjául szolgáló nullapontot bejelölve nagyság szerint e fölé a pozitív, alá pedig a negatív értékek kerülnek. Így az alumínium-oxid képződési entalpiaváltozását az

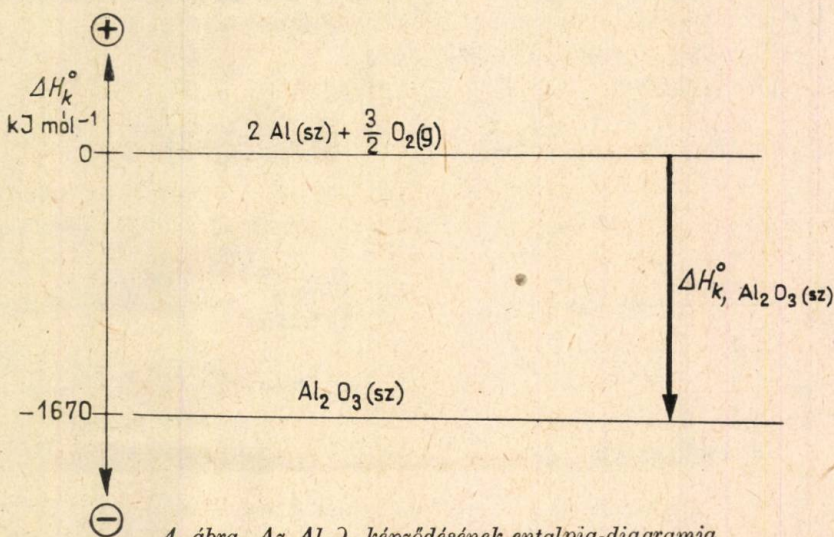


egyenlet fejezi ki (4. ábra). A már tárgyalt vasoxid redukciójának entalpiadiagramja (5. ábra) a reakció irányának megfelelően jelzi azt is, hogy endoterm folyamatról van szó ( $\Delta H_{\text{reakció}}^0$  nyíl pozitív irányba mutat): a megfelelő mól-számokkal beszorzott standard-moláris-entalpiaváltozások az adott vegyületek képződési entalpiaváltozásai energiaszintjeinek bejelölése után a szén-dioxidé „magasabban” a pozitív irányban található.

Az entalpiaváltozások kapcsolatban állnak a közismert reakcióhővel. A folyamatok energiaváltozásai során ugyanis az energia egy része hasznos munkává alakítható, más része azonban hőként „szabadul fel”:

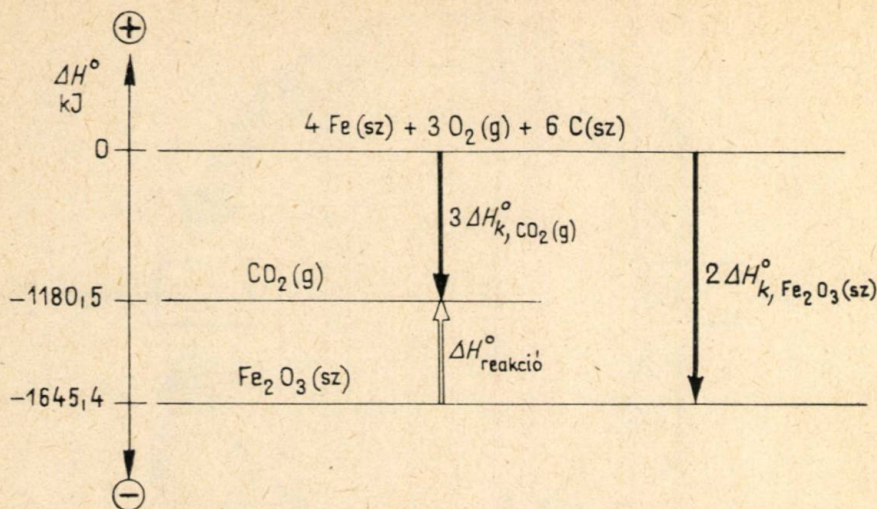
$$\Delta H = Q + W_{\text{hasznos}}$$

(7)



4. ábra. Az  $\text{Al}_2\text{O}_3$  képződésének entalpia-diagramja



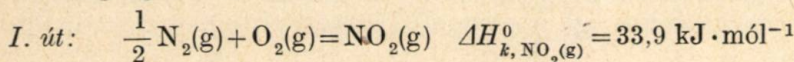


5. ábra. A vas(III)oxid redukciójának entalpia-diagramja

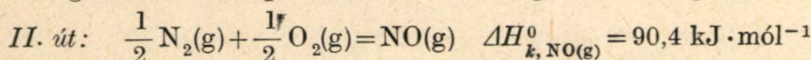
A szokásos laboratóriumi körülmények között nyitott rendszerekben végezzük a reakciókat ( $p = \text{állandó}$ ), így a reakció hasznos munkája  $W_{\text{hasznos}} = 0$ , tehát  $\Delta H = Q$ . Az entalpiaváltozás csakis ilyen esetben egyezik meg a reakcióhővel.

Amikor a végtermékek és a kiindulási anyagok energiakülönbségéről mint valósan létező értékről beszéltünk, és ennek alapján végeztük el számításainkat — tulajdonképpen a Born—Haber körfolyamatok megoldásához jutottunk el. Nézzük ebből a szempontból a nitrogén-dioxid képződését (6. ábra).

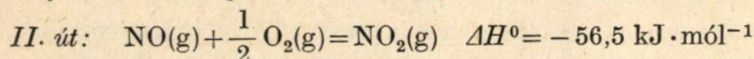
A nitrogéngázból közvetlenül is előállítható a nitrogén-dioxid:



a reakció endoterm, amit a gyakorlat is igazol. A nitrogén azonban — elvileg — nitrogén-monoxid képződése közben is reagálhat az oxigénnel:



majd további oxigénfelvétellel ugyancsak nitrogén-dioxiddá alakul:



ez utóbbi exoterm folyamat, amely hőfelszabadulás közben önként lejátszódik (a szintelen nitrogén-monoxid gáz, vörösbarna nitrogéndioxiddá alakul; kísérletileg kitűnően bemutatható).

A kiindulási anyagból a végtermékhez tehát két úton is eljuthatunk. Az energiamegmaradás törvénye szerint azonban mindkét úton azonos energiaváltozás következhet be. Ezt igazolják az adatok is:

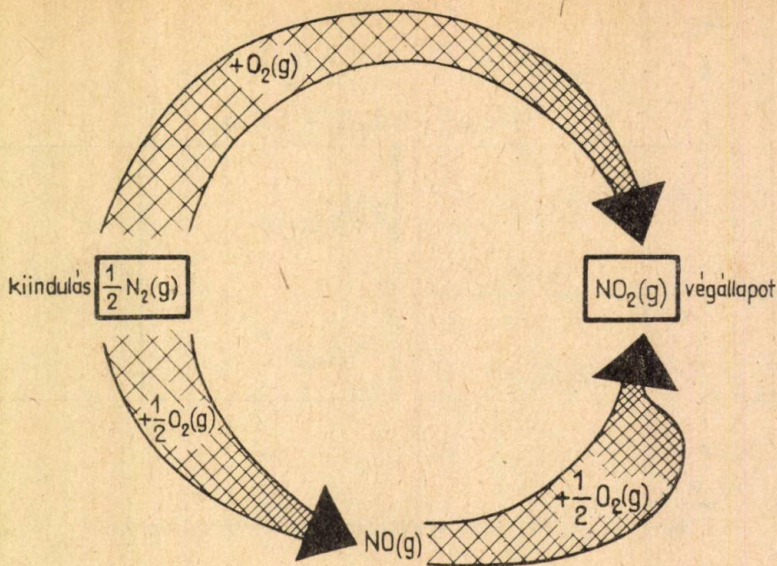
I. út: 33,9 kJ energiát szükséges befektetnünk ahhoz, hogy a kívánt végtermékhez jussunk;

II. út: a 90,4 kJ energiabefektetés után 56,5 kJ energia szabadul fel; a kettő előjeles összege:

$$90,4 \text{ kJ} - 56,5 \text{ kJ} = 33,9 \text{ kJ}.$$

E törvényt Hess tételeként ismerjük.





6. ábra. A reakció két útja

Az entalpia-diagramon ábrázolva könnyen áttekinthetők az energiaváltozások (7. ábra). Válasszunk ki egy pontot — pl. a  $\text{N}_2(\text{g})$  energiaszintjét — ahonnan az óra járásával megegyező irányban körben járva összegezzük az entalpiaváltozásokat (amelyik nyíl a körben járás irányába esik, annak megfelelő entalpiaváltozást „+” előjellel vegyük figyelembe; más esetben „-” előjelet válaszszunk). Az energiaváltozások ilyen összege nullát kell adjon, hiszen visszaérkezünk a kiindulási anyaghoz, így az energiabefektetés és nyereség egymást éppen ellensúlyozza:

$$\Delta H_{k, \text{NO}_2(\text{g})}^0 - \Delta H_{\text{reakció}}^0 - \Delta H_{k, \text{NO}(\text{g})}^0 = 0$$

ahonnan

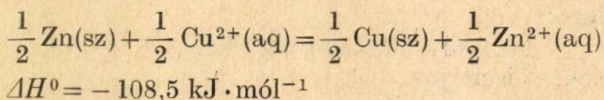
$$\Delta H_{\text{reakció}}^0 = \Delta H_{k, \text{NO}_2(\text{g})}^0 - \Delta H_{k, \text{NO}(\text{g})}^0$$

végtermék kiindulási anyag

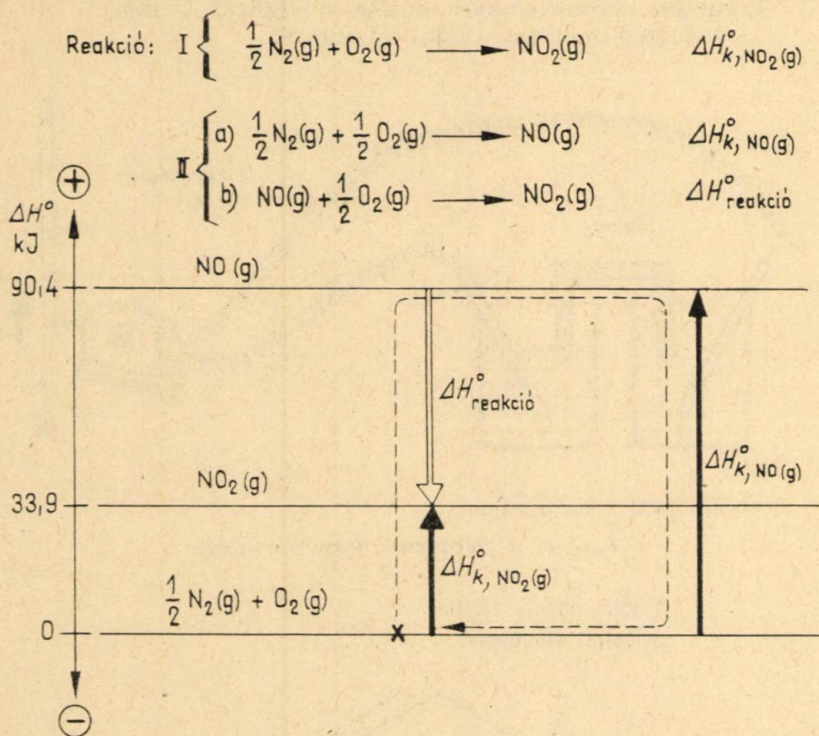
vagyis a korábbiakkal azonos összefüggéshez jutottunk! A folyamat entalpiaváltozása a végtermék és a kiindulási anyag entalpiaváltozásának a különbsége.

### A kémiai reakciók szabadentalpia-változása

A kémiai folyamatok entalpiaváltozása nyitott rendszerekben teljes egészében hőváltózásként ( $\Delta H = Q$ ) jelentkezik, hiszen hasznos munka végzésére nem kerül sor. Válasszunk ki olyan reakciót, amelyet az előbbiek szerint is elvégezhetünk, de egyszerű módon munkavégzésre is hasznosíthatunk. Az utóbbira különösen a galvánelemek nyújtanak kitűnő lehetőséget. Közismert, hogy réz(II)-szulfát oldatba mártott cinklemezre réz rakódik, miközben a cink oldódik:







7. ábra. A körfolyamat értelmezése az entalpia-diagramon

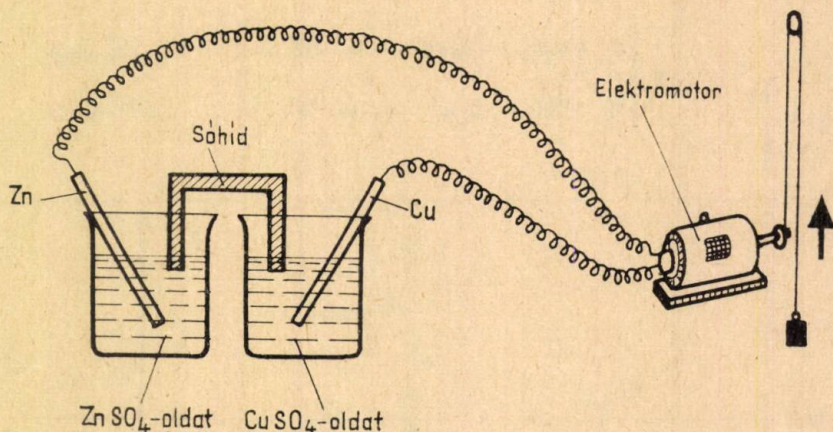
*Kísérlet:* 50 cm<sup>3</sup>-es főzőpohárba 20—25 cm<sup>3</sup> 2 mólos CuSO<sub>4</sub>-oldatot töltünk, majd 3—4 gramm cinkport szórunk az oldatba. A kék oldat elszíntelenedik, és vörös csapadék képződik. A kvalitatív kísérletnél az oldat jelentős felmelegedése mutatja az exoterm folyamat során felszabaduló hőt. Az edény nyitott, így állandó nyomáson játszódik le a reakció; hasznos munka végzése nélkül.

Ugyanezt a reakciót azonban másként is elvégezhetjük: a cink-szulfát oldatba merülő cinklemez és a réz(II)-szulfát oldatba merülő rézlemez galvan-elemmé kapcsoljuk (8. ábra), és az elektromos energiát amit a galvan-elem termel, pl. valamilyen elektromotor működtetésére hasznosítjuk, vagy egyszerűen fogyasztót kapcsolunk rá (pl. melegítőt).

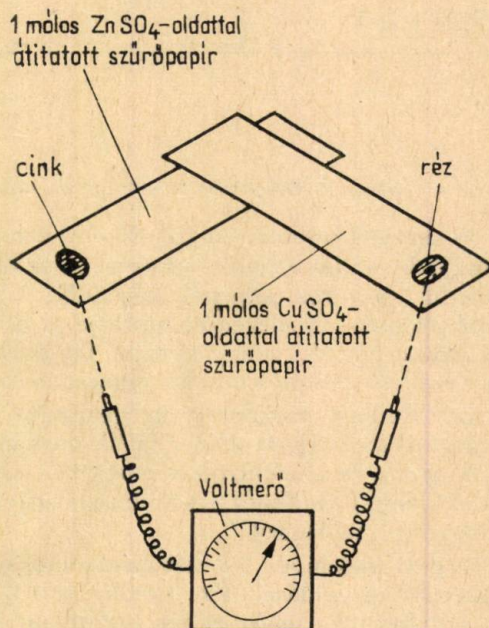
*Kísérlet:* (A galvan-elemben termelt elektromos energia leggyorsabb és legegyszerűbb megoldása.) Kb. 1 mólos ZnSO<sub>4</sub>-oldattal egy szűrőpapírcsikot átitatunk, majd ehhez hasonlóan járunk el 1 mólos CuSO<sub>4</sub>-oldattal is egy másik szűrőpapírcsiknál. A két papírcsik végét egymásra fektetjük, majd a szabad végekre a megfelelő fémekből kis lemezt helyezünk, amelyekhez nagyobb belső ellenállású feszültség-mérő két pólusát érintve, kb. 1 Volt feszültség-különbséget mérhetünk (9. ábra), (vagy 1 voltos zseblámpaizzót üzemeltethetünk rövid időre). A galvan-elem elektromotoros ereje — ha pontosan mérjük —  $E = 1,10$  Volt, ami — ha tekintetbe vesszük, hogy a reakció során 1 mólnyi elektron, azaz 96487 coulomb elektromos töltés átlépésére



kerül sor, az elektromos munka =  $-(96487 \text{ C} \cdot \text{mól}^{-1} \cdot 1,10 \text{ V})^* =$   
 $= -106136 \text{ J} \cdot \text{mól}^{-1} = -106,1 \text{ kJ} \cdot \text{mól}^{-1}$ .



8. ábra. A galvánelem hasznos munkája



9. ábra. Egyszerű galvánelem

A galvánelemben tehát ugyanaz a reakció hasznos munkát végez, ami azonban kisebb, mint az entalpiaváltozás. (A maximális munkát akkor nyerjük, ha a galvánelem működtetésekor áramkivétel nem történik: a galvánelem pólusai-val „szembe kapcsolunk” másik áramforrást, amelynek addig növeljük a feszültségét, míg pontosan megegyezik a galvánelem elektromotoros erejével, itt

\*A rendszer végez munkát, így előjele negatív!

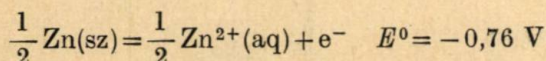


1,10 Volt-tal). A reakciók által termelhető maximális munkának meghatározására éppen az egyszerű mérési lehetőségük miatt alkalmasak a galvánelemek! A reakcióban termelt maximális munkát *szabadentalpiának* nevezik (jele:  $G$ , egysége:  $\text{kJ} \cdot \text{mól}^{-1}$ ). Standardizálása az entalpiához hasonlóan történik: 25 °C-on, 1 atm nyomáson standard szabadentalpiának nevezik, és 1 mólnyi anyagmennyiségre vonatkoztatott értéke a *standard moláris szabadentalpia* (jele  $G^0$ ). Az entalpiánál rögzített megállapodások a szabadentalpiára is érvényesek, így vonatkoztatási alapul  $G_{\text{elem}}^0 = 0$  értékét választották. A képződési szabadentalpia-változás ( $\Delta G_k^0$ ) alatt értjük azt, ha standard körülmények között egyatomos gázok, ionok vagy vegyületek 1 mólnyi mennyiségei keletkeznek elemeikből (a megfelelő folyamatokat definiáló egyenletek megegyeznek az entalpiaváltozásnál felsoroltakkal).

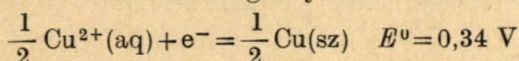
A galvánelemek elektromotoros erejét ( $\Delta E$ ) — ha egységnyi koncentrációjú (1 mólos) oldatokkal dolgozunk — a standard elektródpotenciálból számíthatjuk:

$$\Delta E = E_1^{\oplus} - E_2^{\ominus}$$

ahol  $E_1^{\oplus}$  a pozitív,  $E_2^{\ominus}$  a negatív pólust képviselő elektródpotenciál. A cink-réz galvánelemnél a cink oldódása közben elektronokat hagy hátra a fémen:



ezért az elektronfelesleggel rendelkező cinklemez a negatív pólus. A rézionok elektronfelvétele elektronszegénnyé teszi a rézlemezt (pozitív pólus):



így a galvánelem elektromotoros ereje,  $\Delta E = 0,34 - (-0,76) = 1,10 \text{ V}$ . A folyamat szabadentalpia-változása általánosan, „ $n$ ” mólnyi elektronátlépéskor ( $n$ , az elektronszám változása):

$$\boxed{\Delta G^0 = -n \cdot F \cdot \Delta E} = -96,48 \cdot n \cdot \Delta E \quad (8)$$

ahol „ $F$ ” (Faraday szám) az 1 mólnyi elektron, azaz  $96487 \text{ C} \cdot \text{mól}^{-1} = 96487 \text{ A} \cdot \text{s} \cdot \text{mól}^{-1}$  elektromos töltést jelent. Ez — a kémiai folyamat által termelt — áram hasznos munkája:  $-96487 \cdot n \cdot \Delta E [\text{A} \cdot \text{s} \cdot \text{mól}^{-1} \cdot \text{V} = \text{N} \cdot \text{s} \cdot \text{mól}^{-1} = \text{J} \cdot \text{mól}^{-1}] = -96,48 \text{ kJ} \cdot \text{mól}^{-1}$ . A cink-réz galvánelemnél  $n = 1$  (a felírt reakcióegyenlet szerint)  $\Delta E = 1,10 \text{ V}$ , tehát  $\Delta G = -96,48 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 10 \text{ kJ} \cdot \text{mól}^{-1} = 106,1 \text{ kJ} \cdot \text{mól}^{-1}$ . A reakció tehát]

$$\Delta H^0 = -108,5 \text{ kJ} \cdot \text{mól}^{-1}$$

$$\Delta G^0 = -106,1 \text{ kJ} \cdot \text{mól}^{-1}$$

– 2,4  $\text{kJ} \cdot \text{mól}^{-1}$  energiakülönbséget jelez, amit nem lehet hasznos munkára felhasználni, mert magához a folyamathoz szükséges.

Az energiamegmaradás értelmében (10. ábra).

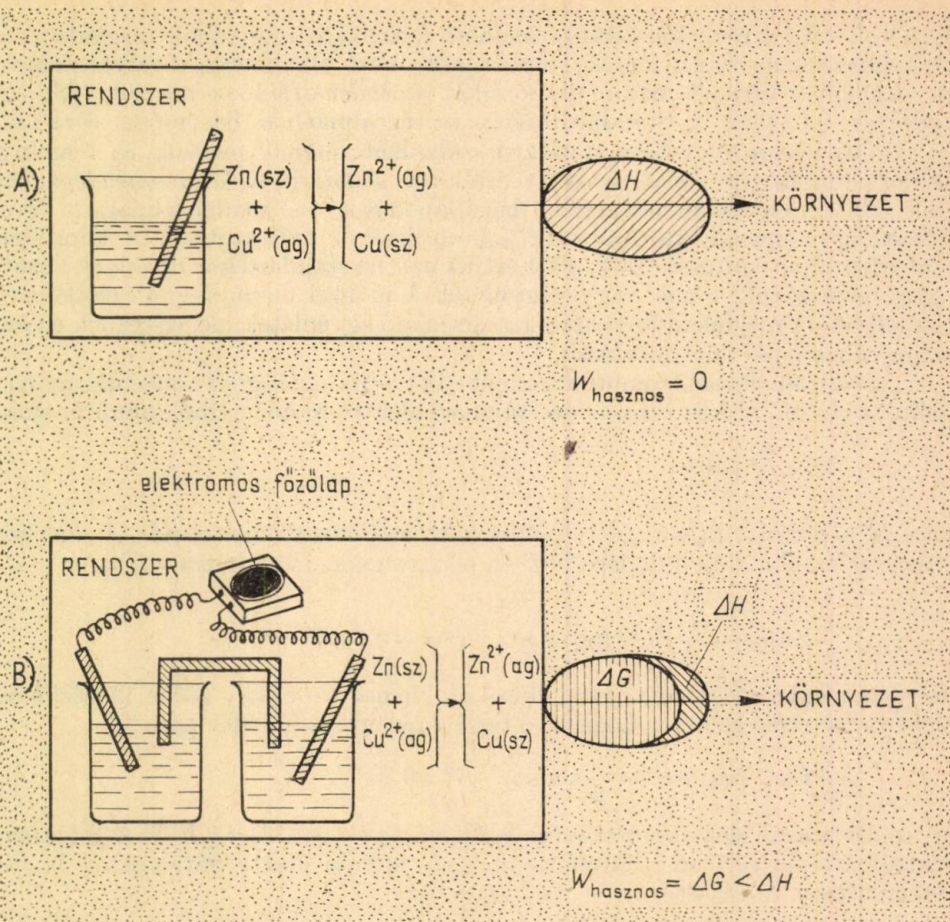
$$\Delta H^0 = \Delta G^0 + X$$

(A teljes energia, amelyet a rendszernek le kell adnia a környezet számára)

(Az energia, amely munkavégzésre hasznosítható, ha a környezetnek átadódik)

(Az a termikus energia, amelyet a folyamat során a környezetnek feltétlenül át kell adni)





10. ábra. A kémiai rendszer és környezete közötti energiaátadás

Anélkül, hogy itt részleteznénk, az  $X$ -szel jelölt energiával kapcsolatban megjegyezzük: ez foglalja magába a folyamatok entrópiaváltozását ( $\Delta S^0$ , mértékegysége:  $\text{J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mól}^{-1}$ ), amit — a legegyszerűbb, s korántsem teljes megfogalmazás szerint — a „rendezetlenségre való törekvésnek” tekinthetünk. Egyszerű példaként gondoljunk arra, hogy két különböző minőségű gáz önként elegyedik egymással, anélkül, hogy ehhez külső energiát kellene befektetnünk. A folyadékok elpárolognak, s gőzük egyenletesen betölti a rendelkezésre álló teret.) Energiaegységben kapjuk az entrópiaváltozást, ha  $T \cdot \Delta S^0$  szorzatot képezzük ( $\text{K} \cdot \text{J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mól}^{-1} = \text{J} \cdot \text{mól}^{-1}$ , Csiszerű átszámolnunk  $\text{kJ} \cdot \text{mól}^{-1}$  értékre). A teljes összefüggés:

$$\Delta H^0 = \Delta G^0 + T \cdot \Delta S^0$$

vagy átrendezéssel:

$$\boxed{\Delta G^0 = \Delta H^0 - T \Delta S^0} \quad (9)$$

amely 1 mólnyi anyagmennyiségekre vonatkozik,  $25^\circ\text{C}$ -on és 1 atm nyomáson.



A cink-réz galvánelem példájánál

$$T \cdot \Delta S^0 = -2,4 \text{ kJ} \cdot \text{mól}^{-1} = -2400 \text{ J} \cdot \text{mól}^{-1}$$

vagyis

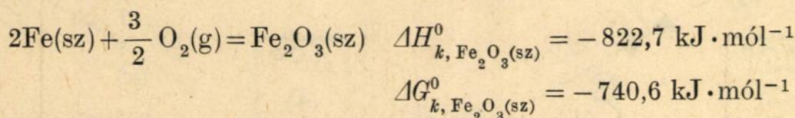
$$\Delta S^0 = -\frac{2400}{298} \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mól}^{-1} = -8,05 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mól}^{-1}.$$

A folyamat során az entrópia tehát csökken.

A szabadentalpia-változás a folyamat irányára enged következtetni —  $\Delta H^0$  és —  $T\Delta S^0$  között mint a mérleg „mutatója” működik: az egyensúlyi helyzet, mint nullaponttól pozitív, illetve negatív irányba mutathat (11. ábra). Ha  $\Delta G^0$  előjele negatív, akkor a reakció várhatóan önként lejátszódik a reakcióegyenlet szerinti irányban; ha előjele pozitív, akkor — adott körülmények között — nem következik be a reakció. Minél nagyobb  $\Delta G^0$  negatív értéke, annál „hevesebben”, annál inkább következik be a változás (nagy affinitás). Minél nagyobb  $\Delta G^0$  pozitív értéke, annál kevésbé várható a folyamat önként lejátszódása. Ha arra gondolnánk, hogy elsősorban a reakció exoterm volta határozza meg azt, hogy valamely irányban spontán változás bekövetkezzék, akkor magyarázat nélkül maradna, hogy mi okozza az endoterm reakciók bekövetkezését. A kalcium-ionok a karbonátionokkal pillanatreakcióban képeznek kalcium-karbonát csapadékot, pedig a reakció endoterm ( $C$ ). Számos reakció — ha egyáltalán lejátszódna — exoterm lenne, mint a nátriumionok és kloridionok reakciója ( $E$ ).

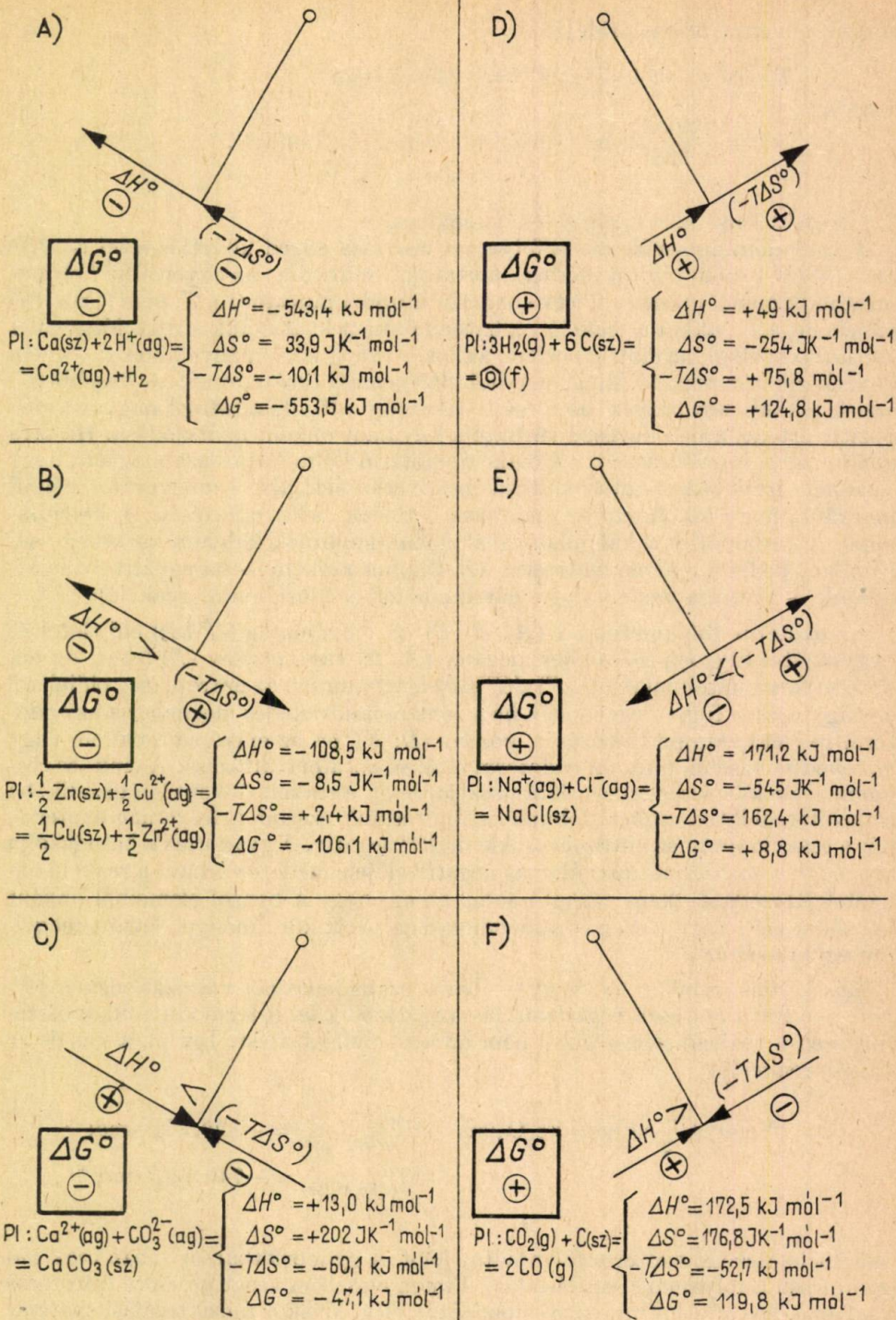
Az exoterm folyamatoknál ( $A$ ,  $B$ ,  $E$ ) az entrópiatag ( $-T\Delta S^0$ ) előjelétől és nagyságától függően  $\Delta G^0$  előjele negatív ( $A$ ,  $B$ ) vagy pozitív ( $E$ ) lehet. Az endoterm folyamatoknál ( $C$ ,  $D$ ,  $F$ )  $\Delta G^0$  előjele ugyancsak az entrópiatag előjelétől és nagyságától függ, negatív ( $C$ ), ha az entrópiánövekedés meghaladja az endoterm reakció entalpiaváltozását; pozitív ( $D$ ,  $F$ ), ha az entrópia csökken, vagy növekedése kisebb, mint az endoterm reakció entalpiaváltozása. A cink- és rézionok reakciója kísérletileg alátámasztja, hogy a reakció önként lejátszódik, ha rézsulfát oldatba cinket dobunk: számításaink szerint a folyamat exoterm, bár a reakció során az entrópia csökken,  $\Delta G^0$  negatív. A gyakorlat tehát igazolja azt, hogy a szabadentalpiaváltozás negatív előjele mellett várható a reakció önként lejátszódása. Nem várható azonban az, hogy a benzol elemeiből önként képződik ( $D$ ), vagy a szén és a széndioxid az adott körülmények között reagáljon egymással ( $F$ ).

Más kérdés azonban az, hogy — bár a szabadentalpia-változás negatív előjelű — a folyamat csak végtelenül lassan játszódik le. A termodinamikai összefüggések a reakció sebességéről nem adnak felvilágosítást. Így pl. a vas és az oxigén reakciója:



önként lejátszódó exoterm folyamatot jelöl. A gyakorlatban azonban csak nagyon lassú a folyamat (rozsdásodás). Finom eloszlású vasat készítve (pirofóros vas) az, a levegővel érintkezve sziporkázva elég. Máskor ún. aktiválási energiát szükséges közölni ahhoz, hogy meginduljon az egyébként önként lejátszódó





11. ábra. A szabadentalpia-mérleg



reakció, mint a klór és hidrogén, vagy a hidrogén és oxigén esetében, amikor is sósav, illetőleg víz képződik. Az aktiválási energiát egyébként maradéktalanul visszanyerjük a reakció lejátéshoz, csupán a folyamat „beindításához” szükséges. A szabadentalpia-változás számításával tehát rendkívül egyszerűen következtethetünk a reakciók lejátéshoz várható irányára — ha a gyakorlatban ez mégsem következik be spontán, akkor ennek kinetikai okai vannak.

A standard-moláris-szabadentalpia közvetlenül megadja a reakció egyensúlyi állandóját is:

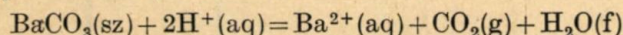
$$\Delta G^0 = -2,303 \cdot R \cdot T \cdot \lg K = -5,71 \cdot \lg K$$

ha az energiát  $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$  egységben számoljuk. A cink és rézionok reakciójánál

$$\lg K = -\frac{\Delta G^0}{5,71} = -\frac{-106,1 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}}{5,71 \text{ kJ} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}} = 18,58,$$

ahonnan  $K = 3,8 \cdot 10^{18}$ ; tehát a folyamat gyakorlatilag teljesen a réz és cink-ionok irányába játszódik le. Minél nagyobb negatív értékű a szabadentalpia, annál jobban tolódik el az egyensúly a végtermékek felé.

A szabadentalpia-diagramok gyors áttekintést tesznek lehetővé. Felvételüket az entalpiadiagramok szerint végezzük. Nézzük meg, hogy a bárium-karbonát savban (pl. sósavban) oldódik-e? A reakció:



Az entalpiaváltozást a képződési entalpiaértékekből számíthatjuk:

$$\begin{aligned} \Delta H &= [\Delta H_{k, \text{Ba}^{2+}(\text{aq})}^0 + \Delta H_{k, \text{CO}_2(\text{g})}^0 + \Delta H_{k, \text{H}_2\text{O}(\text{f})}^0] - \Delta H_{k, \text{BaCO}_3(\text{sz})}^0 \\ &\quad \text{végtermékek} \qquad \qquad \qquad \text{kiindulási anyag} \\ &= (-538 - 393,5 - 286) - (-1219) = +1,5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}. \end{aligned}$$

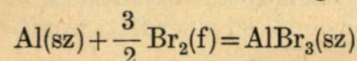
Eszerint a reakció endoterm, ami alapvetően kérdésessé teszi az önként lejátszódó folyamat bekövetkezését. Várható-e egyáltalán reakció? Erre csak a szabadentalpia-változásból következtethetünk (12. ábra):

$$\begin{aligned} \Delta G^0 &= [\Delta G_{k, \text{Ba}^{2+}(\text{aq})}^0 + \Delta G_{k, \text{CO}_2(\text{g})}^0 + \Delta G_{k, \text{H}_2\text{O}(\text{f})}^0] - \Delta G_{k, \text{BaCO}_3(\text{sz})}^0 \\ &= (-561 - 394,4 - 237,4) - (-1140) = -52,8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} \end{aligned}$$

A folyamat tehát várhatóan önként lejátszódik! A bárium-karbonát savban feloldódik. A reakció egyensúlyi állandója

$$\lg K = -\frac{-52,8}{5,71} = 9,25, \text{ ahonnan } K = 1,8 \cdot 10^9.$$

A halogénelemek rendkívül reakcióképesek. Vizsgáljuk meg, hogy a bróm reagál-e az alumíniummal, illetőleg az alumínium-kloriddal?

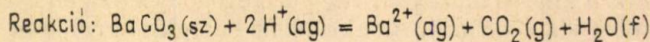


A reakció valójában az alumínium-bromid képződési entalpiaváltozását jelenti, így az adatokat közvetlenül a táblázatból vehetjük:

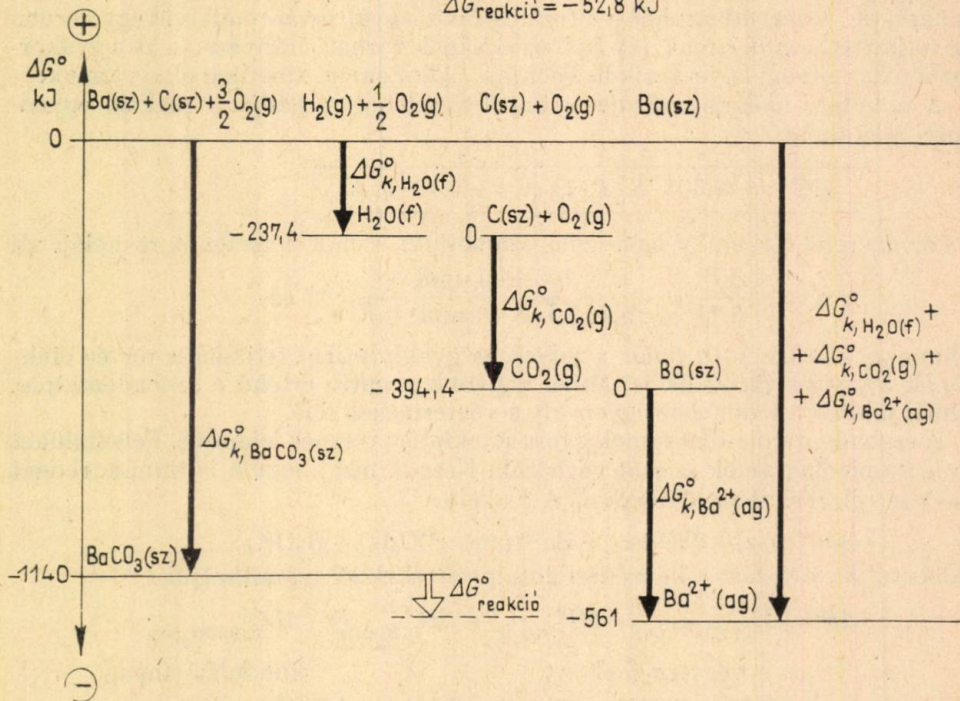
$$\Delta H_{k, \text{AlBr}_3(\text{sz})}^0 = -526 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} \text{ és } \Delta G_{k, \text{AlBr}_3(\text{sz})}^0 = -505 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

ami szerint a reakció lejátszódik, a folyamat exoterm.





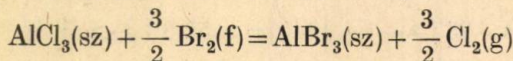
$$\Delta G^\circ_{\text{reakció}} = -52,8 \text{ kJ}$$



12. ábra. A BaCO<sub>3</sub> oldódásának szabadentalpia-diagramja

*Kísérlet:* Kémcsőbe brómot teszünk, majd alumíniumport szórunk bele. Az exoterm reakció lassan indul, majd rendkívül hevesse válik, és sziporkázva egyesül az alumínium a brómmal.

A másik esetet tekintve: (13. ábra)



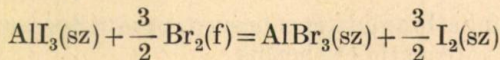
A reakció entalpiaváltozása:

$$\Delta H^0 = -526 - (-695) = +169 \text{ kJ} \cdot \text{mól}^{-1}$$

A reakció tehát endoterm. A folyamat szabadentalpia-változása:

$$\Delta G^0 = -505 - (-637,2) = +132,2 \text{ kJ} \cdot \text{mól}^{-1}$$

ami jelzi, hogy a reakció az adott körülmények között nem játszódik le. Vizsgáljuk azonban tovább egy hasonló típusú reakciónál ezt a kérdést: reagál-e a bróm az alumínium-joddal?



A reakció entalpia-változása:

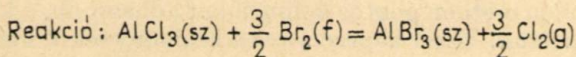
$$\begin{aligned} \Delta H^0 &= \Delta H^0_{k, \text{AlBr}_3(\text{sz})} - \Delta H^0_{\text{AlI}_3(\text{sz})} \\ &= -526 - (-315) = -211 \text{ kJ} \cdot \text{mól}^{-1} \end{aligned}$$



eszerint a reakció exoterm. A szabadentalpia-változás:

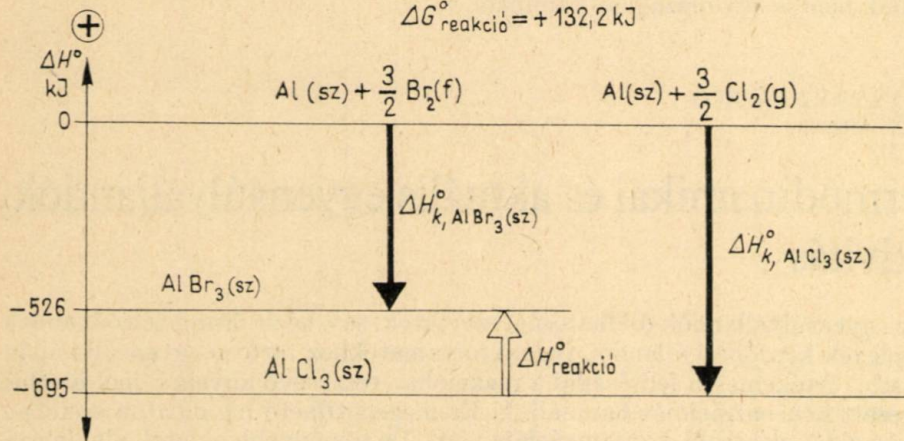
$$\begin{aligned}\Delta G^0 &= \Delta G_{k, \text{AlBr}_3(\text{sz})}^0 - \Delta G_{k, \text{AlI}_3(\text{sz})}^0 \\ &= -505 - (-314) = -191 \text{ kJ} \cdot \text{mól}^{-1}\end{aligned}$$

tehát a reakció valóban lejátszódhat. (Az  $\text{AlCl}_3$ — $\text{AlBr}_3$ — $\text{AlI}_3$  sorozatnál a halogénelemek elektronegativitása  $\text{Cl}$ — $\text{Br}$ — $\text{I}$  sorrendben csökken!)

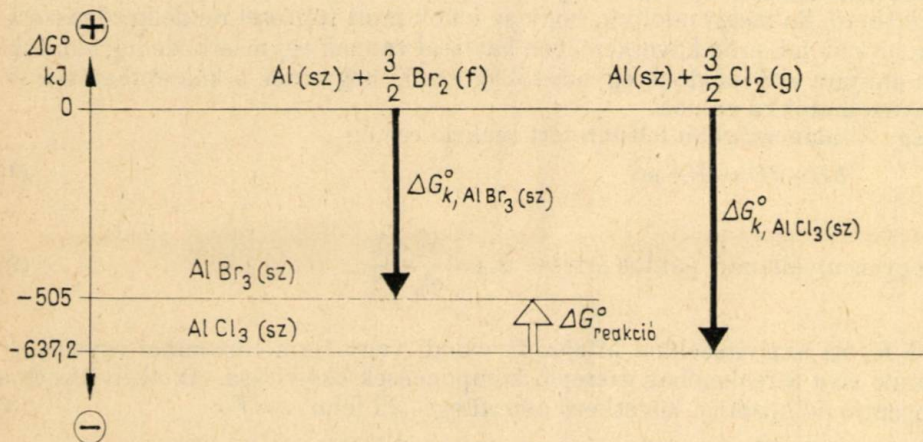


$$\Delta H_{\text{reakció}}^0 = +169 \text{ kJ}$$

$$\Delta G_{\text{reakció}}^0 = +132,2 \text{ kJ}$$



12. ábra. A  $\text{BaCO}_3$  oldódásának szabadentalpia-diagramja



13. ábra. Az  $\text{AlCl}_3$  és bróm reakciójának entalpia- és szabadentalpia-diagramja

A termodinamikai alapfogalmak ilyen egyszerű tárgyalását az tette lehetővé, hogy valamennyi esetben a standard-moláris-entalpia és szabadentalpia értékeivel számoltunk, így a koncentrációtól való függés nem bonyolította a számítást. Olyan reakciókörülményeket választottunk (állandó nyomás és hőmérsék-



let), amely mellett az említett állapothatározók nem változnak meg. A jelzett értékek táblázatban megtalálhatók, így rendkívül egyszerűen meghatározhatjuk a reakcióhőt, és következtethetünk arra, hogy milyen irányban várhatjuk, hogy a reakció önként bekövetkezik. A standard elektród- és a redoxi potenciál-táblázatokból számítással bármelyik ionreakció egyensúlyát meghatározhatjuk. A későbbiekben pedig számos folyamat értelmezésénél hasznosíthatjuk — e valóban nagyon rövid ismertetőt. A terjedelem nem engedte meg, hogy minden esetben pontos definíciókat adhassunk, a körülményeket határozottan rögzítsük. Ezzel kapcsolatosan kézikönyvekre utalunk.

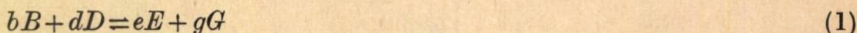
A kémia tanításban való felhasználáshoz tehát minimális és korántsem bonyolult összefüggésekre hívtuk fel a figyelmet, amelyeket ma már a 14—16 éves tanulók nem is egy országban tanulnak.

DR. PATAKI LÁSZLÓ  
ELTE, docens

## Termodinamikai és aktuális egyensúlyállandók, aktivitás

Az egyensúlyállandók (oldhatósági szorzatok, sav-bázis disszociációállandók, komplexek képződési állandói, redoxi folyamatokhoz tartozó egyensúlyi állandók stb.) értékeinek a felírásánál a reakcióban résztvevő anyagok mól/literben kifejezett koncentrációját használjuk. Ez megengedhető híg oldatok esetében, ahol az oldat elektrolit koncentrációja kicsi. De töményebb oldatok alkalmazásánál, vagy ha a folyamatot pontosan elhanyagolás mentesen akarjuk követni, akkor koncentráció helyett az egyes komponensek aktivitását kell használnunk. Ez érthető, ha meggondoljuk, hogy az ionok mint töltéssel rendelkező részecskék, a Coulomb-erők következtében hatással vannak egymásra, de híg oldatokban annyira eltávolodnak egymástól az ionok, hogy ezek a kölcsönhatások elhanyagolhatókká válnak.

Egy általánosságban feltüntetett reakció esetén



az egyensúlyállandó pontos értéke, 
$$K_a = \frac{a_E^e \cdot a_G^g}{a_B^b \cdot a_D^d} \quad (2)$$

ahol  $K_a$  az aktivitásokkal kifejezett valódi vagy termodinamikai egyensúlyállandó és  $a$  a reakcióban szereplő komponensek aktivitása. Az aktivitás és a koncentráció között a következő összefüggés áll fenn:  $a = f \cdot c$  (3)

ahol  $c$ , a reakcióban résztvevő anyag koncentrációja mól/literben  
 $f$ , aktivitási koefficiens\*

\* Az egyes ionok aktivitási koefficiensei, ill. individuális aktivitásai nem határozhatók meg kísérletileg csak az úgynevezett közepes aktivitási koefficiens, amit egy  $B_m A_n$  típusú vegyület esetében a következőként definiálunk:

$$f_{\pm} = (f_+^m \cdot f_-^n)^{1/m+n}$$



A koncentráció felhasználásával kifejezve az 1. reakcióra kapott termodinamikai egyensúlyállandót, azt kapjuk, hogy

$$K_a = \frac{f_E^e \cdot [E]^e \cdot f_G^g [G]^g}{f_B^b \cdot [B]^b \cdot f_D^d [D]^d} = \frac{[E]^e \cdot [G]^g f_E^e \cdot f_G^g}{[B]^b \cdot [D]^d f_B^b \cdot f_D^d} \quad (4)$$

tehát

$$K_a = K \cdot \frac{f_E^e \cdot f_G^g}{f_B^b \cdot f_D^d} \quad (5)$$

ahol  $K$  a vizsgált rendszer koncentrációval kifejezett tényleges, aktuális egyensúlyállandója.

Az aktivitási koefficiens bevezetését a kationok, anionok elektromos töltései között fellépő kölcsönhatások tették szükségessé, de a fizikai kölcsönhatásokban nemcsak a vizsgálni kívánt, hanem töltésüknél fogva az összes oldatban levő ion résztvesz. Ezért a jelenlevő ionok együttes hatását az ionerősséggel vesszük figyelembe, amelyet a következő módon definiálunk:

$$\mu = \frac{1}{2} (C_1 z_1^2 + C_2 z_2^2 + \dots + C_n z_n^2) = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n C_i z_i^2 \quad (6)$$

ahol  $\mu$  az ionerősség

$C$  az egyes ionok koncentrációja mól/literben

$z$  az egyes ionok töltése.

Binér egyértékű elektrolitok esetében az ionerősség megegyezik a koncentrációval, míg a többi elektrolitok esetében ennél nagyobb, pl.  $C$  mólos koncentrációt feltételezve 2—2 értékű erős elektrolit esetében,

$$\mu = \frac{1}{2} (C \cdot 2^2 + C \cdot 2^2) = 4 \cdot C$$

A vegyérték növekedésével a Coulomb kölcsönhatás erőteljesebben érezteti hatását, s ennek megfelelően az ionerősség is nő, és jelentősen eltér a koncentrációtól, pl. a  $C$  mólos  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$  esetén

$$\mu = \frac{1}{2} (2 \cdot C \cdot 3^2 + 3 \cdot C \cdot 2^2) = 15 \cdot C$$

A Debye—Hückel elmélet alapján az ionerősség ismeretében kiszámíthatjuk mind az individuális ( $f_i$ ), mind a közepes aktivitási koefficiensek ( $f_{\pm}$ ) értékeit. Az elektrolit ionerősségétől függően, kis ionerősségű ( $\mu \leq 0,02$ ) oldatok esetén az egyszerű [7], míg nagyobb ionerősségű ( $\mu \leq 0,1$ ) oldatoknál a bővített [8], Debye—Hückel egyenletet kell használnunk, amelyek vizes oldatban 25 °C hőmérsékleten a következők;

$$\text{ha } \mu \leq 0,02; \lg f_i = -0,5 \cdot Z^2 \cdot \mu^{1/2} \quad (7)$$

$$\text{és } \lg f_{\pm} = -0,5 \cdot Z_+ \cdot Z_- \cdot \mu^{1/2}$$



$$\text{ha } \mu \leq 0,1 \quad \lg f_i = -0,5 \cdot Z^2 \cdot \frac{\mu^{1/2}}{1 + \mu^{1/2}} \quad (8)$$

$$\text{és } \lg f_{\pm} = -0,5 \cdot Z_+ \cdot Z_- \cdot \frac{\mu^{1/2}}{1 + \mu^{1/2}}$$

Vagy nagyobb pontossággal kifejezve,

$$\lg f_{\pm} = -\frac{A \cdot Z_+ Z_- \mu^{1/2}}{1 + B \mu^{1/2}} \quad (9)$$

$$\text{ahol } A = \left(\frac{2\pi N}{1000}\right)^{1/2} \frac{e^3}{2,303(\varepsilon kT)^{3/2}} = \frac{1 \cdot 8246 \cdot 10^6}{(\varepsilon T)^{3/2}}$$

$$B = \left(\frac{8\pi N e^2}{1000k}\right)^{1/2} \frac{1}{(\varepsilon T)^{1/2}} = \frac{50 \cdot 29 \cdot 10^8}{(\varepsilon T)^{1/2}}$$

és  $\bar{a}$  az ion átlagos átmérője.

Töményebb oldatokban is jól használható a következő, empirikus taggal kiegészített Davies-egyenlet,

$$\lg f_{\pm} = -\frac{A \cdot Z_+ Z_- \mu^{1/2}}{1 + B \bar{a} \mu^{1/2}} + C \mu \quad (10)$$

ahol 25 °C-on oldószerként vizet használva  $C = 0,301$ -el.

Az irodalomban általában az aktivitásokkal kifejezett termodinamikai egyensúlyállandók, disszociációállandók stb. értékeit találjuk meg, amelyek nulla ionerősségre vonatkoznak. Az aktivitási koeficiensok és a termodinamikai egyensúlyállandók felhasználásával mindenkor kiszámíthatjuk az adott koncentrációjú és ionerősségű oldathoz tartozó tényleges egyensúlyállandó értékét. Egy  $B_m A_n$  típusú vegyület esetében, az adott kísérleti körülményeknek megfelelő disszociációállandó értékét a következő módon számoljuk ki:

A  $B_m A_n$  vegyület disszociációjára felírva a termodinamikai disszociációállandó értékét,

$$B_m A_n = m B^+ + n A^- \quad (11)$$

$$K_a = K \cdot \frac{f_{B^+}^m \cdot f_{A^-}^n}{f_{B_m A_n}} \quad \text{de } f_{B_m A_n} = 1 \quad (12)$$

tehát

$$K = K_a \cdot \frac{1}{f_{B^+}^m \cdot f_{A^-}^n} \quad (13)$$

mindkét oldal tízesalapú negatív logaritmusát véve

$$pK = pK_a + m \lg f_{B^+} + n \lg f_{A^-} \quad (14)$$

a közepes aktivitási koeficiens felhasználásával

$$pK = pK_a + (m+n) \lg f_{\pm} \quad (15)$$

Ha az oldószerünk víz és 25 °C hőmérsékletű, akkor

$$pK = pK_a - 0,5(m+n) \cdot Z_+ \cdot Z_- \cdot \frac{\mu^{1/2}}{1 + \mu^{1/2}} \quad (16)$$

Így a 8. egyenlet felhasználásával igen egyszerűen kiszámítható pl. az  $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$ -csapadék oldhatósági szorzatának az értéke bármilyen körülmények (ionerősségek) esetén;



$$pL = pL_a - 0,5(2+1)2 \cdot 1 \cdot \frac{\mu^{1/2}}{1 + \mu^{1/2}}$$

azaz

$$pL = pL_a - \frac{3 \cdot \mu^{1/2}}{1 + \mu^{1/2}}$$

ahol  $L_{a_1}$  a termodinamikai oldhatósági szorzat,

$L$  pedig az aktuális oldhatósági szorzat, ami  $\mu$  ionerősségű oldatra érvényes.

Általánosságban  $H_nA$  típusú sav esetén a konszekutív módon következő aktuális disszociációállandó értékek — nem túl tömény oldatok esetében — az alábbi módon fejezhetők ki a termodinamikai disszociációállandó ismeretében.

$$H_nA \rightleftharpoons H^+ + H_{n-1}A^- \quad K_{a_1} = \frac{a_{H^+} a_{H_{n-1}A^-}}{a_{H_nA}} \quad (17)$$

$$K_{a_1} = K_{s_1} \frac{f_+ f_-}{f_{H_nA}} \quad (18)$$

ahol  $K_{a_1}$ , ill.  $K_{s_1}$  az első deprotonálódásra vonatkozó termodinamikai, ill. aktuális disszociációállandót jelöli.

A 8. egyenlet figyelembevételével felírva az aktuális disszociációállandó exponensét;

$$pK_{s_1} = pK_{a_1} + \lg f_+ + \lg f_- - \lg f_{H_nA}$$

ahol  $\lg f_{H_nA} = 0$

$$pK_{s_1} = pK_{a_1} - 0,5Z_+^2 \frac{\mu^{1/2}}{1 + \mu^{1/2}} - 0,5Z_-^2 \frac{\mu^{1/2}}{1 + \mu^{1/2}}$$

$$\text{és} \quad pK_{s_1} = pK_{a_1} - \frac{1 \times \mu^{1/2}}{1 + \mu^{1/2}} \quad (19)$$

$$H_{n-1}A^- \rightleftharpoons H^+ + H_{n-2}A^{2-} \quad K_{a_2} = \frac{a_{H^+} + a_{H_{n-2}A^{2-}}}{a_{H_{n-1}A^-}}$$

$$pK_{s_2} = pK_{a_2} + [-0,5Z_+^2 - 0,5Z_-^2 + 0,5Z^2] \frac{\mu^{1/2}}{1 + \mu^{1/2}}$$

$$pK_{s_2} = pK_{a_2} - \frac{2 \times \mu^{1/2}}{1 + \mu^{1/2}} \quad (20)$$

Végül az  $n$ -ik deprotonálódásra felírva a folyamatot,

$$n) \quad HA^{(n-1)-} \rightleftharpoons H^+ + A^{n-} \quad K_{a_n} = \frac{a_{H^+} + a_{A^{n-}}}{a_{HA^{(n-1)-}}}$$

$$\text{és} \quad pK_{s_n} = pK_{a_n} + [-0,5Z_+^2 - 0,5Z_n^2 + 0,5Z_{(n-1)}^2] \frac{\mu^{1/2}}{1 + \mu^{1/2}}$$

$$pK_{s_n} = pK_{a_n} - \frac{N \times \mu^{1/2}}{1 + \mu^{1/2}} \quad (21)$$



A különböző ionerősségű oldatokhoz tartozó

$$\frac{\mu^{1/2}}{1 + \mu^{1/2}}$$

értékeket az 1. táblázat tartalmazza, melynek segítségével a vizsgált rendszereinkben mindenkor könnyen kiszámíthatjuk az aktuális egyensúlyállandót a kézikönyvekben megtalálható termodinamikai egyensúlyállandók felhasználásával.

*Ionerősség az aktuális egyensúlyállandó kiszámításához  
vizes oldatban 25 °C-on*

1. táblázat

| $\mu$  | $\frac{\mu^{1/2}}{1 + \mu^{1/2}}$ | $\mu$  | $\frac{\mu^{1/2}}{1 + \mu^{1/2}}$ |
|--------|-----------------------------------|--------|-----------------------------------|
| 0,0001 | 0,0099                            | 0,0125 | 0,1007                            |
| 0,0002 | 0,0139                            | 0,0150 | 0,1091                            |
| 0,0003 | 0,0170                            | 0,0175 | 0,1168                            |
| 0,0004 | 0,0196                            | 0,0200 | 0,1239                            |
| 0,0005 | 0,0219                            | 0,0225 | 0,1304                            |
| 0,0006 | 0,0239                            | 0,0250 | 0,1365                            |
| 0,0007 | 0,0258                            | 0,0275 | 0,1422                            |
| 0,0008 | 0,0275                            | 0,0300 | 0,1476                            |
| 0,0009 | 0,0291                            | 0,0325 | 0,1527                            |
| 0,0010 | 0,0307                            | 0,0350 | 0,1576                            |
| 0,0015 | 0,0373                            | 0,0375 | 0,1622                            |
| 0,0020 | 0,0428                            | 0,0400 | 0,1667                            |
| 0,0025 | 0,0476                            | 0,0425 | 0,1709                            |
| 0,0030 | 0,0519                            | 0,0450 | 0,1750                            |
| 0,0035 | 0,0559                            | 0,0475 | 0,1789                            |
| 0,0040 | 0,0595                            | 0,0500 | 0,1827                            |
| 0,0045 | 0,0629                            | 0,0525 | 0,1864                            |
| 0,0050 | 0,0660                            | 0,0550 | 0,1900                            |
| 0,0055 | 0,0690                            | 0,0575 | 0,1934                            |
| 0,0060 | 0,0719                            | 0,0600 | 0,1968                            |
| 0,0065 | 0,0746                            | 0,0625 | 0,2000                            |
| 0,0070 | 0,0772                            | 0,0650 | 0,2032                            |
| 0,0075 | 0,0797                            | 0,0675 | 0,2062                            |
| 0,0080 | 0,0821                            | 0,0700 | 0,2092                            |
| 0,0085 | 0,0844                            | 0,0725 | 0,2121                            |
| 0,0090 | 0,0866                            | 0,0750 | 0,2150                            |
| 0,0095 | 0,0888                            | 0,0775 | 0,2178                            |
| 0,0100 | 0,0909                            | 0,0800 | 0,2205                            |
| 0,0825 | 0,2231                            | 0,1650 | 0,2889                            |
| 0,0850 | 0,2257                            | 0,1700 | 0,2919                            |
| 0,0875 | 0,2283                            | 0,1750 | 0,2949                            |
| 0,0900 | 0,2308                            | 0,1800 | 0,2979                            |
| 0,0925 | 0,2332                            | 0,1850 | 0,3008                            |
| 0,0950 | 0,2356                            | 0,1900 | 0,3036                            |
| 0,0975 | 0,2380                            | 0,1950 | 0,3063                            |
| 0,1000 | 0,2403                            | 0,2000 | 0,3090                            |
| 0,1050 | 0,2447                            | 0,2500 | 0,3333                            |
| 0,1100 | 0,2491                            | 0,3000 | 0,3539                            |
| 0,1150 | 0,2532                            | 0,3500 | 0,3717                            |
| 0,1200 | 0,2573                            | 0,4000 | 0,3874                            |
| 0,1250 | 0,2612                            | 0,4500 | 0,4015                            |
| 0,1300 | 0,2650                            | 0,5000 | 0,4142                            |
| 0,1350 | 0,2687                            | 0,5500 | 0,4258                            |
| 0,1400 | 0,2723                            | 0,6000 | 0,4365                            |
| 0,1450 | 0,2758                            | 0,6500 | 0,4464                            |
| 0,1500 | 0,2792                            | 0,7000 | 0,4555                            |
| 0,1550 | 0,2825                            | 0,7500 | 0,4641                            |
| 0,1600 | 0,2857                            | 0,8000 | 0,4721                            |



## Az új gimnáziumi kémiatanterv bevezetése előtt

A gimnáziumokban az 1976/77. tanévben a kémia tantárgyból — az Oktatási Minisztérium rendeletére — új tantervet és tankönyvet vezetünk be. Az új tanterv az MSZMP KB 1972. évi oktatáspolitikai határozata értelmében az 1978-ban kezdődő tantárgyi korszerűsítés előbbre hozott részét képezi. A kémia tantárgy soron kívüli megújítását több tényező tette szükségessé. Ezek közül elsőnek kell említeni a jelenlegi tanítási anyag korszerűtlenségéből fakadó nehézségeket, amelyek úgy tartalmi, mint pedagógiai szempontból, évek óta sürgették a megoldást. Mindehhez hozzájárult, hogy a tantervmódosítás során a fenti problémák áthidalására törekedve, e nehézségek a jelenleg érvényben lévő tankönyvek használata mellett fokozottabban jelentkeztek. Indokoltá vált tehát egy olyan új tanterv kidolgozása és bevezetése, amely a kémia tantárgy tanítási anyagának struktúráját teljes mértékben megújítja, a meglévő tartalmi és pedagógiai problémákat megoldja.

Hasonló okok következtében az 1974/75. tanévben a szakközépiskolákban már megkezdődött egy hasonló jellegű új tantervi anyag oktatása. Széles körű tájékoztató és a szakfelügyelői beszámolók alapján megállapítható, hogy az új tantervet-tankönyvet a tanárok és tanulók egyaránt örömmel fogadták, ennek feldolgozása nevelési és oktatási szempontból eredményes volt.

Az 1976/77-es tanévben bevezetésre kerülő gimnáziumi tantervről már többször írtunk e lap hasábjain. Legutóbb dr. Balázs Lóránt cikke *A kémiatanítás korszerűsítéséről* címmel (Kémia Tanítása 1975/1. szám) ismertette az új tantervi anyag főbb elvi vonatkozásait. Szeretnénk a jövőben az 1976/77. tanév feladataira való felkészülést konkrét formában és részletkérdésekben is elősegíteni, ezért lapunk következő számaiban részletesen ismertetjük az új tervezetet, elsősorban az első osztályos tanítási anyagot; az egyes fejezetek lényegesebb részeit tankönyvi feldolgozás szintjén bemutatjuk, s ezen túlmenően módszertani ajánlásokat is adunk.

Örülünk, ha cikkeink nyomán minél többen megírnák észrevételeiket, javaslatukat, kérdéseiket. Így rovatunk kiegészülhetne a beküldött kérdésekre és észrevételekre adott válaszokkal is.

### *A gimnáziumi kémiatanterv néhány jellemző vonása*

A tanterv készítésének alapvető részét a tanítás anyagának és fogalmi rendszerének meghatározása képezi.

*A tanterv a társadalom igényeiből kiindulva az iskola nevelési céljának, valamint a rendelkezésre álló órakeretnek megfelelően a tanulók befogadó- és teljesítőképességét figyelembe véve írja elő a tanítás anyagát.*

A tantervi ismeretanyag kiválasztása és körülhatárolása a fenti szempontokat figyelembe véve és azokat kielégítve nem kevés nehézséget jelent.

Nem szabad megengedni, hogy a tudományos ismeretanyag soha nem tapasztalt ütemű gyarapodása, az iskolai oktatásban hasonló felhalmozódást vonjon maga után. A korszerűsítés az új ismeretek bevonása mellett mindig a hagyó-



mányos ismeretanyag szelektálását is jelenti. Az új dokumentumok tervezésénél elsőrendű szempont volt, hogy a kijelölt tanítási anyag az adott órakeretben túlterhelés nélkül feldolgozható legyen.

Az új ismeretanyag tartalmi kimunkálása során figyelembe vettük a kémia tudományának jelenlegi állását. A tantervi anyag fogalomrendszere és a vonatkozó tudomány struktúrája között szoros kapcsolat van, amennyiben a tanítandó anyag a tudományos fogalmak valamilyen rendszerét nyújtja. Ezen belül minden fogalom magában foglalja a többivel alkotott viszonyt is.

A tantervi anyag tehát a tudomány fogalomrendszerére épül, de ugyanakkor nem lép fel a tudományos teljesség igényével, hanem a megjelölt célok és feladatok szerint válogatja a tudomány anyagát. A válogatást azonban úgy kell megoldani, hogy az a tudományos fogalomrendszert ne sértse meg.

A természettudományos megismerés módszere ma elsősorban az elméleti gondolkodás, amely a lehetőségek szerint kísérleti tényekre épül, illetve azok által igazolódik. Ez tükröződik a tantárgy felépítésében is. Szakítva a régi hagyományokkal, amelyek szerint az elsajátítás menetében fokozatosan alakulnak ki az általános fogalmak, az új tantervi anyag az elméleti gondolkodás felől, az egyszerű kezdeti absztrakciók felől halad a konkrét megismerés felé. Először kialakítjuk azokat az általános fogalmakat és törvényszerűségeket, amelyek rendszerében értelmet és összefüggést nyernek a kémiai folyamatok, kémiai átalakulások, a szervetlen és a szerves kémia körébe tartozó konkrét ismeretek.

A tantervi anyag ilyen felépítése esetleg arra enged következtetni, hogy a fogalmak kialakítását egyértelműen deduktív úton kívánjuk megoldani. Ez természetesen nem így van. Az általános fogalmak és átfogó törvények kialakítása, elsajátítása hosszú folyamat eredménye, amely folyamaton belül az egyes részkérdések tárgyalása és feldolgozása — a tanítási órákon — induktív módon oldható meg, kísérleti megfigyelésekből indulhat ki. Hangsúlyozzuk, hogy a *kémia alapvetően kísérleti tárgy*, nem szakadhat el a természet jelenségeinek megfigyelésétől, a jelenségek reprodukálása alapján azok értelmezésétől. A cél éppen az, hogy tanulóink a kémiai anyagok megjelenési formáját, átalakulásuk lényegét, lehetőségét és módját ne statikus módon, egymástól elszigetelve, egyedi sajátásként fogják fel, hanem azok okát az anyag szerkezetében, a kémiai mozgásformák és kölcsönhatások kapcsolatában keressék, ily módon értelmezzék.

Az elméleti gondolkodás útja tehát nem zárja ki, sőt feltételezi az empirikus megismerést, a kísérleti kiindulást, illetve igazolást. A tankönyvi anyag kimunkálása során nagy súlyt helyeztünk a megfelelő kísérletek kidolgozására, főleg az elvontabb, absztraktnak ható ismeretek körében. Itt a megoldást a kísérleti munkán kívül a megfelelő szemléltetési eljárások, modellek és ábrázolási módok kialakításában is kerestük.

Az új tanterv felépítésének, logikai rendszerének fő jellemző vonásai a következők:

Elméleti alapja magában foglalja az anyagi struktúrákat, a struktúrákon belüli és a struktúrák közötti kölcsönhatásokat, a kölcsönhatásokból következő anyagi tulajdonságokat és átalakulásokat. Így az atomok szerkezete, a kémiai kötések, a molekulák és az összetett anyagi rendszerek szerkezete alapján tárja fel a kémiai struktúrák és azok kölcsönhatásainak lényegét, a kölcsönhatások és a kémiai mozgásformák kapcsolatát. Az atomok és molekulák szerkezetének, a mikrovilág jelenségeinek alapján tárul fel a kémiai folyamatok



és átalakulások lényege, válik egyértelművé, hogy a változások oka magában az anyagban, az anyag szerkezetében van.

Az általános és átfogó elvek és törvények első osztályban való elsajátítása lehetővé teszi, hogy a szervesetlen kémiai anyagot, az elemek és a vegyületek tárgyalását az eddiginél egyszerűbb, racionálisabb módon, egységes szemléletben végezzük. Az elemek és a vegyületek részletező, egyenkénti leírását a rendszerező, csoportosító tárgyalásmód váltja fel, amely egyrészt lehetővé teszi az ismeretanyag nagyméretű csökkentését, másrészt megszünteti a szemléleti átértékeléssel kapcsolatos tartalmi-pedagógiai problémákat. Ez a megoldás ugyanakkor jobban megfelel a kémiáról alkotott mai felfogásnak, a kémiatudomány mai állásának.

A tananyag korszerűbb tartalma nagyobb lehetőségeket biztosít a tantárgyra háruló nevelési feladatok megoldásához, a korszerű természettudományos műveltség és gondolkodás kialakításához is.

A tanterv részletesen megjelöli a tantárgynak az iskolai oktatásban betöltött funkcióját, feladatait, céljait. Magában foglalja a követelményeket, a megfelelően differenciált tananyag követelmény-kategóriákba való sorolásával.

A tanterv a kémia tantárgy cél- és feladatrendszerét az általános nevelési céloknak és feladatoknak megfelelően alakította ki, összehangolva azt a kémia tudományának mai állása szerint körülhatárolt, a korszerű kémiai alpműveltséghez szükséges és nélkülözhetetlen alapokkal is.

Az új tanterv a gimnáziumok I—II—III. osztályai számára készült heti 2—2—2 órás órakeretre.

A tantervi ismeretanyagot évfolyamok szerint az alábbi ismeretkörökre bontjuk:

### I. osztály

#### *Általános kémiai alapfogalmak*

Atomszerkezet, molekulaserkezet, kémiai kötések, anyagi rendszerek szerkezete. Kémiai átalakulások értelmezése, reakciókinetika alapismeretek.

Reakciótipusok; sav-bázis reakciók, redoxi reakciók.

(Az I. osztály tanítási anyagát később részletesen ismertetjük.)

### II. osztály

#### *Szervesetlen kémia. Az elemek és vegyületek.*

A kémiai elemek. A molekulárcsós elemek és tulajdonságaik. Az atomrácsos elemek és tulajdonságaik. A fémek elemek és tulajdonságaik (a galvánelemek és a fémek feszültségi sora, az elektrolízis és törvényei, a fémek korróziója, korróziós folyamatok).

A szervesetlen vegyületek és tulajdonságaik. A hidrogénvegyületek (a VI. A és az V. A csoport elemeinek hidrogénvegyületei: a víz, a kénhidrogén, a hidrogén-peroxid; az ammónia és egyéb hidrogénvegyületek).

Az elemek halogénvegyületei, elsősorban a kloridok. Oxidok és hidroxidok. (Az oxidok tulajdonságai és kötéstípusai közötti összefüggés.) Az alkáli és alkáliföldfémek oxidjai és hidroxidjai. Molekulárcsós oxidok. (A szén, szilícium, a nitrogén és a foszfor oxidjai.) Az oxosavak és sóik. (A kénessav és a kénsav, a salétromsav és salétromossav, foszforsavak, a szénsav és fontosabb sóik; a szilikátok.)

A kémiai szintézis és analízis alapelvei.

### III. osztály

#### *Szerves kémia. A szén és a szénvegyületek.*

A szerves kémia alapfogalmai. A szénhidrogének. A nyílt és zárt láncú telített szénhidrogének. A telítetlen nyílt láncú szénhidrogének. Az aromás szénhidrogének. A szénhidrogének származékai.

Oxigén tartalmú szerves vegyületek (egyetlen oxigén lehetséges kötés módjai szénvegyületekben.) Alkohokok. Telített egy- és többértékű alkohokok. Aromás alkohokok. Oxovegyületek. Alifás és aromás aldehidek. Ketonok. A karbonsavak. Az egy- és többértékű szerves savak. Aromás savak. Az éterek. Az észterek.



A szénhidrátok. Egyszerű és összetett szénhidrátok. Nitrogén tartalmú szerves vegyületek. Aminósavak. Fehérjék.

A kolloid rendszerek.

Egyéb biológiailag aktív szerves vegyületek.

Makromolekuláris vegyületek.

A következőkben, mint előttünk álló legközelebbi feladatot, az I. osztályos tanterv tanítási anyagát ismertetjük részletesen.

## A tanítás anyaga

### I. osztály

(heti 2 óra, évi 64 óra)

#### Törzsanyag

##### *I. Általános kémiai alapfogalmak (kb. 4 óra)*

Az anyag változatos megjelenése a természetben. Fizikai és kémiai tulajdonságok. Fizikai állandók. Megmaradási törvények. Anyagi rendszerek.

Az anyagmennyiség mértékegysége; a mól fogalma és jelentése. Az Avogadro állandó. Az atom- és a molekulatömeg fogalma. A kémiai jelrendszer áttekintése és alkalmazása. A vegyjelek és képletek értelmezése. A kémiai egyenletek mennyiségi jelentése. A kémiai számítások alapjai.

##### *II. Az anyag felépítése és szerkezete (kb. 18 óra)*

###### *Az atomok szerkezete*

Az atomok felépítése. Az elemi részek és tulajdonságaik. Az atommag összetétele: izotóp atomok. Az atomok elektronszerkezete.

A kvantumszámok. Az atompályák és a pályenergia. Az elektronszerkezet kiépülésének törvényei: az energiaminimumra törekvés elve, a Pauli-elv és a Hund-szabály.

###### *Az atomszerkezet és a periódusos rendszer*

Az atomok elektronszerkezetének periódikus kiépülése. Ionok képződése atomokból. Az ionizációs energia és az elektronaffinitás. Az elektronegativitás. Az atomok és ionok mérete. A méret változása a rendszám függvényében.

###### *Molekulák képződése és szerkezete*

A kovalens kötés kialakulása azonos atomok között. A molekulapályák és a pályenergia. Kovalens kötés különböző atomok között. Vegyérték a molekulában. Poláros és apoláros kötések. A molekulák térbeli felépítése; a kötésszög. A molekulák polaritása, dipól-molekulák.

#### Kiegészítő anyag

A homogén és a heterogén rendszerek jellemzése.

Az Avogadro állandó értelmezése. Egyszerű számítások és feladatok a mól, az atom- és a molekulatömeg alkalmazására.

Az elektromos töltések és kölcsönhatásuk (olvasmány). A természetes elemek mint izotópelemek. Radioaktív izotópok.

A kvantumszámok és az atompályák kapcsolata.

A Mengyelejev-féle periódusos rendszer jelentősége.

Kötéspolaritás megállapítása az elektronegativitás alapján. A molekulák elektronszerkezete (olvasmány).



Többszörös kovalens kötések. Összetett ionok szerkezete. Kémiai kötés delokalizált elektronokkal. A kovalens kötés energiája.

Egyszeres és többszörös kovalens kötések energiájának összehasonlítása.

### III. Az összetett anyagi rendszerek (kb. 12 óra)

Az anyagi rendszer fogalma és értelmezése. Halmazállapotok. A gázhalmazállapot; Avogadro-törvénye; a móltérfogat. A folyadékállapot. A folyadékok szerkezete. A másodrendű kémiai kötések. A hidrogénkötés.

Szilárd halmazállapotú anyagok. A kristályszerkezet és a rácsenergia. Kristályrács típusok. A molekularácsos, az atomrácsos és a fémrácsos kristályok. A fémes kötés.

Az ionkötés. Átmenet a kémiai kötések között, polarizáció.

Egyszerű számítási feladatok a móltérfogattal kapcsolatban. Párolgás, lecsapódás. Forrás, forráspont, forráshő.

Olvasás, olvadáspont, olvadáshő.

Szublimáció, szublimációs hő.

Az intermolekuláris kapcsolatok jelentősége az anyag makroszkopikus tulajdonságaiban.

#### Az oldás folyamata és az oldódás

A folyadékok mint oldószerek. Az oldószer és az oldandó anyag kölcsönhatása, az oldhatóság. Szolvatáció és hidratáció. Az oldatok koncentrációja: százalékos és mólos oldatok.

Ionvegyületek és kovalens vegyületek oldása, disszociációjuk. Az oldódás energiaviszonyai.

Számítási feladatok.

Híg oldatok tulajdonságai, ozmózis (olvasmány). A disszociáció foka.

### IV. A kémiai reakciók általános jellemzése (kb. 10 óra)

A kémiai reakciók hőhatásai. A képződési és a reakcióhő. Exoterm és endoterm folyamatok. A kémiai változások energiaviszonyai. A kémiai folyamatok sebessége. Az aktiválási energia és a katalízis. Az egyensúlyra vezető kémiai folyamatok. A kémiai egyensúly fogalma.

Ionreakciók vizes oldatokban; közömbösítési folyamatok, csapadékképződéssel járó folyamatok, gázfejlődéssel járó folyamatok. A savak és bázisok fogalma. A sav-bázis reakciók. A redoxi reakciók és értelmezésük. Az oxidáló és redukálószerkezet fogalma. Az oxidációs szám változás ionvegyületeknél.

Hess tétele, a reakcióhő kiszámítása. A reakciósebesség és a koncentrációváltozás kapcsolata. A kémiai egyensúly és a reakciósebesség kapcsolata. A tömeghatás törvénye.

A sav-bázis elméletek (olvasmány).

#### A tanterv órakészletének felhasználása:

Új anyag feldolgozására: kb. 44 óra.

Kémiai kísérletekre, gyakorlásra, összefoglalásokra, ellenőrzésre, ismétlésre: kb. 20 óra

Összesen: 64 óra.



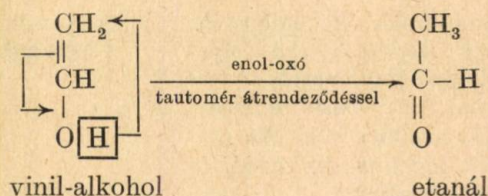
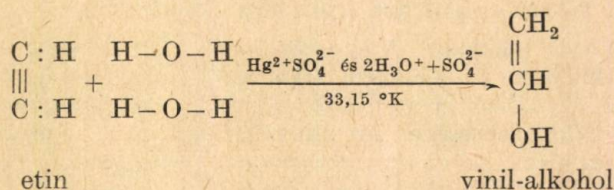
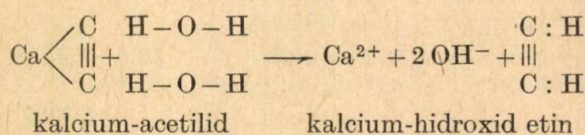
## Újítási javaslat

a Kucserov-féle vízaddíció egyszerű és egy lépésben történő megvalósítására és főleg szemléltetésére, mely egyben lehetővé teszi a kísérlet tanulókísérlet, sőt „frontális kísérlet” formájában való megoldását is.

Ha magának a kísérletnek az „alakos elemeit” megvizsgáljuk, akkor azt mondhatnánk, hogy végeredményében mind ismert. Tehát az új elgondolás lényege a tényezők olyan csoportosítása, mely lehetővé teszi a feladat *igen rövid idő* alatt, nagyon *egyszerű apparátussal* és *egy lépésben* történő megoldását.

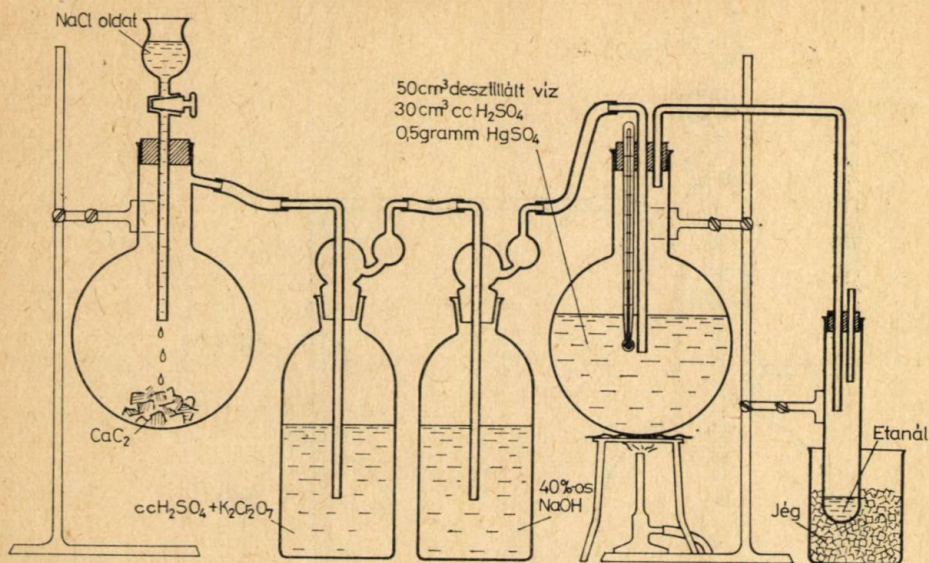
A kísérlet elméleti szempontból közismert, melynek lényege, hogy kalcium-acetilidre (régi nevén kalcium-karbidra) vizet, helyesebben a habzás megátlása érdekében híg nátrium-klorid-oldatot csepegtetve etint vagy más néven acetilént állítunk elő. Az így kapott gázt higany(II)-szulfát katalizátor jelenlétében 333,15 °K-on (60 °C-on) hidrogén-szulfáttal „megsavanyított” desztillált víz jelenlétében vinil-alkoholon keresztül egy ún. enol-oxó tautomér átrendeződés révén etanállá (másnéven acetaldehiddé) alakítunk.

A fenti kémiai változások jelölésére szolgáljon az alábbi két reakcióegyenlet:



Ezt a kísérletet eddig meglehetősen nagy apparátussal végezték (1. ábra), ti. a képződő etin-gázt először kétféle anyaggal, illetve oldattal töltött gázmosópalackon keresztül — tisztított állapotban — juttatták a rendszerint gömblobikból álló reakcióterbe, ahol melegítés és a hidrogén-szulfátos higany(II)-szulfát-oldat hatására megtörtént az etanál képződése. (Az egyik





1. ábra

gázmosópalackban krómkénsav, a másikban 40%-os nátrium-hidroxid-oldat volt.) Az így előállított etanált pedig azonnal ledesztillálták és a desztillátumot jégdarabkák közé állított kémcsőben fogták fel.

Erre az egész nagy felszerelésre azért volt szükség, mert különben a képződött végterméket nem tudták volna a szokásos reagensekkel (Tollens-próba, Fehling-próba) kimutatni!

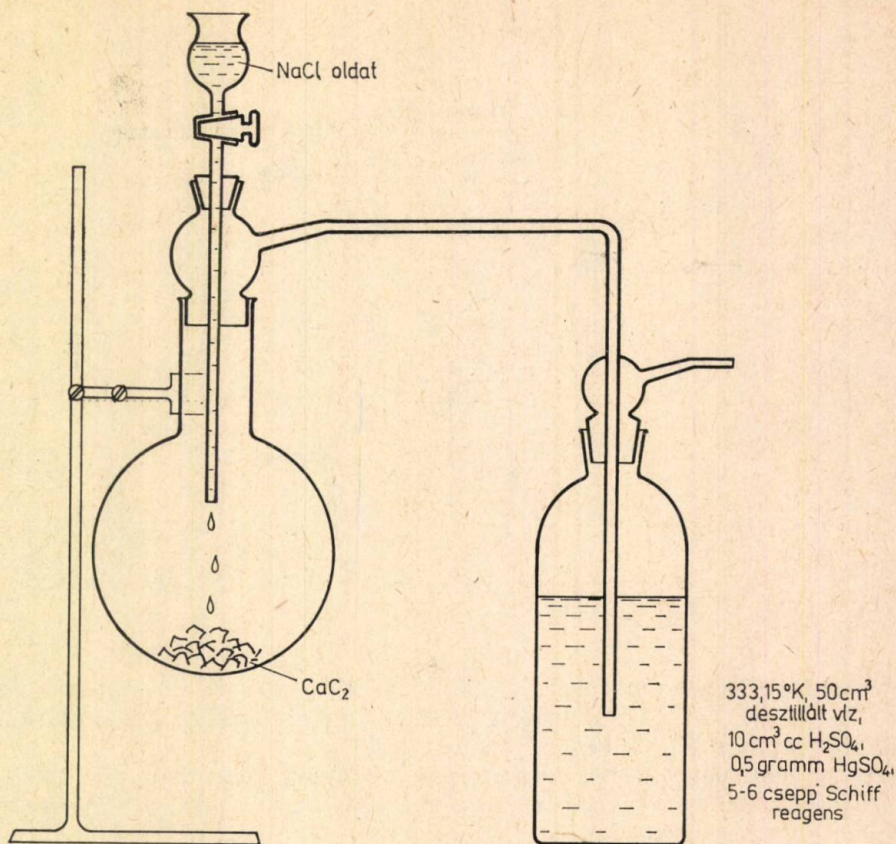
Az utóbbinak az a magyarázata, hogy a higany(II)-szulfát katalizátor miatt az oldatban jelenlevő  $\text{Hg}^{2+}$  ionok lehetetlenné teszik mind az ezüst, mind a réz(I)-oxid kiválására épülő Tollens, illetve Fehling-oldatos kimutatást.

Ebből szervesen következik, hogy az újszerű elgondolás lényegét nem az apparátus méretének és a kísérlet időtartamának a csökkentése adja, hanem egy, a közép- és felsőfokú oktatási intézményekben is csak elvétve alkalmazott aldehid színreakciónak, az ún. Schiff-féle próbának ezen a helyen való alkalmazása. Ez a reagens hidrogén-szulfittal elszíntelenített fukszin-oldat, melyet a jelenlevő  $\text{Hg}^{2+}$  ionok nem zavarnak. Így lehetővé teszi az etanál kimutatását jellegzetes ibolya elszíneződéssel ugyanabban a gázmosópalackban, amelyben a katalizátor is jelen van (2. ábra). Ilyen körülmények között a kísérlet kivitelezéséhez mindössze egy büretta-állványra, lombikfogóra, kettős szorítódíóra, egy csiszolt dugós gázfejlesztő lombikra és egy 100 cm<sup>3</sup>-es Drechsel-féle talpas gázmosópalackra van szükség.

A kísérlet leegyszerűsítése lehetővé teszi annak tanulókísérletként való alkalmazását is (3. ábra). Ehhez mindössze 1 db nagyméretű kémcső, 2 db normál méretű kémcső (melyek közül az egyik alja lyukas), továbbá egy kétszer derékszögben meghajlított 4 mm-es  $\varnothing$ -jú üvegcső, valamint egy rövid kihúzottvégű üvegcső kell.

Természetesen a fent megjelölt apparátusok mellett mind a demonstrációs, mind a tanulókísérleteknél az alábbi vegyszerek szükségesek: 15 g kalcium-acetilid, 30–40 cm<sup>3</sup> kb. 20%-os nátrium-klorid-oldat, 0,5 g higany(II)-szulfát,





2. ábra

10 cm<sup>3</sup> cc  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , 50 cm<sup>3</sup> 333,15 °K-os desztillált víz és végül 6—7 csepp színtelen Schiff-reagens. A tanulókísérletnél elegendő egy kb. mogyoró nagyságú kalcium-acetilid darabka és nem kell tömény hidrogén-szulfátot sem a tanulók kezébe adni, mert az eleve összeönthető a desztillát vízzel, s ez még azzal az előnnyel is jár, hogy *sokkal rövidebb ideig kell melegíteni*. Amennyiben nem áll rendelkezésünkre  $\text{HgSO}_4$ , akkor mólnyi higany és mólnyi hidrogén-szulfát (lehetőleg óleum) segítségével Kjeldál-féle lombikban történő hevítéssel *háziilag is előállíthatjuk*. A Schiff-féle reagens elkészítése úgy történik, hogy 0,1%-os lilászvörös színű fukszin-oldaton addig vezetünk keresztül kén(IV)-oxidot, azaz kén-dioxidot, amíg el nem színtelenedik.

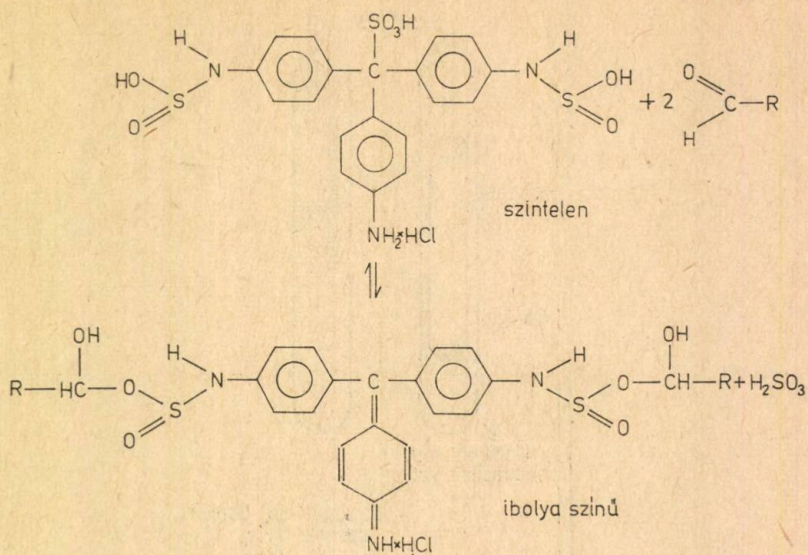
Ez az utóbbi természetesen csak a tanárok számára lényeges, hiszen a bonyolultabb szerkezetű indikátorok pontos képletét a középiskolában soha nem kívántuk meg a tanulóktól.

Az indikátor működésének elve már egészen más kérdés, hiszen e kísérlet bemutatása előtt már megismerkedtek a konjugált énekkel, melyek az elektronok „nagy játszótere miatt” kivétel nélkül színes vegyületek. Ez a helyzet a fukszin ún. kinoidális szerkezetének az esetében is, melyet a  $\text{SO}_2$ -ból a víz jelenlétében képződő  $\text{H}_2\text{SO}_3$ -tal (I) először megszüntetünk (4a ábra), majd









4b ábra

aldehid hozzáadásával ismét kialakítunk (4b ábra). Az eredeti lilásvörös színtől való eltérést a központi szénatomhoz kapcsolódó másik két atomcsoport szerkezetében beállott változás magyarázza. Egyébként ez a reagens az aldehidek kvalitatív és kvantitatív meghatározására egyaránt alkalmas, s ezért jó lenne a használatát kiszélesíteni.

### KÖZLEMÉNY

Értesítjük T. Előfizetőinket, hogy az Oktatási Minisztérium döntése alapján az időszakos folyóirataink megjelenését — papírellátási nehézségekre való tekintettel — korlátoznunk kell. Emiatt 1975-ben 5 számot és 1976-tól kezdődően évenként csak 4 számot jelentetünk meg.

A Posta Központi Hírlapiroda az 1975-ben elmaradó számért az előfizetési díjat az 1976-os előfizetésnél írja jóvá.

TANKÖNYVKIADÓ VÁLLALAT



# kémiai fejtörő



## Feladatok

1. A kalcium-oxalát ( $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ) hevítéskor súlya fokozatos termikus bomlás következtében csökken.  $250^\circ\text{C}$ -on eredeti súlyának  $12,3\%$ -át,  $500^\circ\text{C}$ -on  $19,2\%$ -át,  $840^\circ\text{C}$ -on  $30,1\%$ -át veszti el. Írjuk fel a fent jelzett termikus bomlás reakcióegyenleteit a megadott hőmérsékleten! (Atomsúlyok:  $\text{Ca}=40,08$ ;  $\text{C}=12$ ,  $\text{O}=16$ ,  $\text{H}=1$ .)
2. A víz változó és összkeménységének meghatározására 100 ml vízmintát metilnaranccs indikátor mellett színátcsapásig titrálunk. Elhasználódott  $2,1$  ml  $0,1$  n sósav oldat. Az így semlegesített oldatot fenolftalein indikátor mellett alkoholos káliumpalmitát oldattal (tovább) — titráljuk. Erre  $7,9$  ml  $0,1$  n K-palmitát oldat fogyott. Hány  $\text{NK}^\circ$  volt a víz keménysége?
3. Hat liter etilalkoholt és benzolt elegyítünk.
  - a) Feltételezve, hogy a két folyadék térfogatváltozás nélkül elegyedik, számítsuk ki az elegy sűrűségét, ha az etanol sűrűsége  $0,78$   $\text{g/cm}^3$ , a benzolé pedig  $0,88$   $\text{g/cm}^3$ .
  - b) Számítsuk ki, milyen térfogatú normál állapotú levegő szükséges egy liter ilyen elegy teljes elégetéséhez.

A feladatok megoldását 1975. dec. 31-ig kérjük beküldeni az alábbi címre:

ORSZÁGOS PEDAGÓGIAI INTÉZET

Kémia Tanszék

„Kémiai Fejtörő”

1406 Budapest VII., Gorkij fasor 17—21

A helyes megoldók névsorát lapunk 1976/2. számában közöljük.

## Az 1975/1. szám feladatait helyesen oldották meg:

Balassagyarmat, Balassi Bálint Gimnázium: Miklósi Márta, Tóth Márta

Békéscsaba, Rózsa Ferenc Gimnázium: Balán Lajos, Fehér Ibolya, Kozma Mária, Medovarszky László, Pintér Ágnes, Rózsa Katalin, Orsos Hajnalka, Orosz György, Szalai Erzsébet, Varga Alíz

Berettyóújfalu, Arany János Gimnázium és Szakközépiskola: Nagy József

Budapest, Dózsa György Gimnázium: Csaba Attila, Gépész László

Veres Pálné Gimnázium: Boytha Péter, Romány Anna, Turányi Tamás, Bánhegyi Eszter

Debrecen, Református Koll. és Gimn. Orosz Ferenc

Esztergom, Dobó K. Gimnázium: Vojczek Éva

Hódmezővásárhely, Bethlen Gábor Gimn. Juhász Éva, Kardos József, Kiss Albert István, Polcz Tibor

Hajdúböszörmény, Bocskai István Gimn: Lőrincz Gábor

Jászapáti, Gimnázium: Máthé István



Kecskemét, Bányai Júlia Gimn.: Törőcsik Lilla  
 Kisterenye, Gimnázium: Vas Csaba  
 Komló, Kun Béla Gimn.: Bognár Livia  
 Lenti, Gimnázium: Konkoly László  
 Nagykanizsa, Landler Jenő Gimn.: Harkány Éva, Mihály Katalin, Timolgy Lilla  
 Nagykőrös, Arany János Gimnázium: Mari László  
 Salgótarján, Bólyai János Gimnázium: Hajdara Aranka, Vadkerti Mária  
 Szolnok, Varga Katalin Gimnázium: Hajnal Ágnes  
 Vegyipari szakközépiskola: Németh József  
 Szombathely, Nagy Lajos Gimnázium: Hunyady László, Nagy Lajos  
 Tatabánya, Árpád Gimnázium: Rohonczy János  
 Tiszaújváros, Kossuth Gimnázium: Dudás Katalin, Horvölgyi Zoltán, Kiss Margit, Nagy  
 Iboya

## СОДЕРЖАНИЕ

|                                                                                      |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Д-р Л. Балаж: Преподавание основ термодинамики .....                                 | 129 |
| Д-р Л. Патаки: Термодинамическая и стехиометрическая равновесная кон-<br>танта ..... | 146 |
| Э. Орбан: Перед введением нового учебного плана в гимназии .....                     | 151 |
| Химическая головоломка .....                                                         | B/3 |

## INHALT

|                                                                                              |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Dr. Balázs, Lóránt: Unterricht der thermodynamischen Grundbegriffe .. ..                     | 129 |
| Dr. Pataki, László: Die thermodynamische und die aktuelle Gleichgewicht-<br>skonstante .. .. | 146 |
| Chemierätsel .. ..                                                                           | B/3 |

## CONTENTS

|                                                                              |     |
|------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Dr. L. Balázs: The teaching of basic ideas of thermodynamics .. ..           | 129 |
| Dr. L. Pataki: Thermodynamical and stoichiometric equilibrium constant .. .. | 146 |
| E. Orbán: Before introducing the new curriculum into grammar schols .. ..    | 151 |
| Chemical puzzle .. ..                                                        | B/3 |